

**ЛІСОВІДТВОРЕННЯ, АГРОЛІСОМЕЛІОРАЦІЯ,
ФІТОМЕЛІОРАЦІЯ**

УДК [630.232.32+232.322.4+232.41]:633.877.3

<https://doi.org/10.33220/1026-3365.146.2025.30>**ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ КОМПЛЕКСНИХ ДОБРИВ
ПІД ЧАС ВИРОЩУВАННЯ СІЯНЦІВ ТА СТВОРЕННЯ ЛІСОВИХ КУЛЬТУР
СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ У ДП «ХАРКІВСЬКА ЛНДС»**О. М. Даниленко¹, В. С. Ющик², М. Г. Румянцев^{3*}

Наведено результати досліджень впливу комплексних добрив Partner Standard, Master, Rost Концентрат та Help Rost у нормах, рекомендованих виробником препаратів, на біометричні показники, масу та вихід стандартних сіянців сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) із закритою кореневою системою у ДП «Харківська ЛНДС». Кореневе внесення розчинів добрив позитивно вплинуло на біометричні показники й масу однорічних сіянців сосни звичайної. Перевершення біометричних показників сіянців у дослідних варіантах над контрольним становило: за діаметром кореневої шийки – до 20 %, за висотою – до 40 %, за масою надземної частини – до 27 % і за масою кореневої системи – до 59 %. Частка стандартних сіянців сосни звичайної в дослідних варіантах сягала 82–95 %, тоді як на контролі становила 76 %. Визначено вищі показники росту та приживлюваності рослин в однорічних лісових культурах сосни звичайної, створених сіянцями із ЗКС, вирощеними із застосуванням добрив, порівнюючи з рослинами в культурах, створених сіянцями із ЗКС, вирощеними без їхнього застосування, та сіянцями із відкритою кореневою системою.

Ключові слова: *Pinus sylvestris* L., контейнер з агроволокна, садивний матеріал, показники росту, приживлюваність.

Вступ. Успішність лісовідновлення багато в чому залежить від виду та якості садивного матеріалу. Останніми роками триває тенденція до збільшення обсягів вирощування садивного матеріалу головних лісоутворювальних порід, зокрема сосни звичайної, із закритою кореневою системою (ЗКС).

Внесення добрив є невід’ємним компонентом лісорозсадницької справи під час вирощування високоякісних стандартних сіянців для лісовідновлення та лісорозведення, оскільки цей захід суттєво покращує ріст рослин, збільшує запаси поживних речовин, підвищує стійкість рослин щодо посухи та інших стресових чинників (Van den Driessche, 1988; Nordiienko *et al.*, 2005; Hrom, 2005; Islam *et al.*, 2009; Marchuk *et al.*, 2017).

Дані про ефективність застосування різних видів добрив під час вирощування сіянців сосни звичайної із ЗКС у регіоні досліджень (південно-східна частина Лівобережного Лісостепу України) є фрагментарними (Lialin, 2012; URIFFM, 2014), на відміну від низки європейських країн, де подібні дослідження є доволі розповсюдженими та тривалими (Westman, 1976; Troeng and Ackzell, 1988; Ayan and Tüfekçioğlu, 2006; Tilki and Memisoglu, 2014; Špulák and Hacırová, 2021; Lim *et al.*, 2022). Дані щодо особливостей росту лісових культур сосни звичайної створених садивним матеріалом, вирощеним із застосуванням добрив, у регіоні досліджень також є обмеженими (Поров, 2008; Taranenko, 2017; Rasporina *et al.*, 2022) і стосуються переважно культур, створених сіянцями з відкритою кореневою

¹ Даниленко Олег Миколайович, державне підприємство «Харківська лісова науково-дослідна станція», с. Черкаська Лозова, 62300, Харківський р-н, Харківська обл., Україна. Е-mail: dandik86@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7817-4299>

² Ющик Віта Сергіївна, Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, вул. Григорія Сковороди, 86, Харків, 61024, Україна. Е-mail: vityay2715@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2472-3882>

³ Румянцев Максим Григорович, кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник, Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, вул. Григорія Сковороди, 86, Харків, 61024, Україна. Е-mail: maxrum-89@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2245-2441>

* Адреса для кореспонденції: maxrum-89@ukr.net

системою (ВКС), вирощеними із застосуванням різних добрив. Нині важливим питанням залишається також визначення тривалості позитивного ефекту в разі використання сіянців із ЗКС у перші роки вирощування лісових культур. Саме це й зумовило актуальність проведених досліджень.

Мета досліджень – оцінити вплив застосування різних добрив на біометричні показники, масу й вихід стандартних сіянців сосни звичайної із закритою кореневою системою, а також на показники росту й приживлюваності рослин у лісових культурах, створених такими сіянцями, у ДП «Харківська ЛНДС».

Матеріали й методи. Дослідження проводили у 2020 р. Сіянці сосни звичайної вирощували в умовах закритого ґрунту (теплиця весняно-літнього типу з поліетиленовим покриттям) на теплично-розсадницькому відділенні селекційно-насінницького комплексу Південного лісництва ДП «Харківська ЛНДС» (південно-східна частина Лівобережного Лісостепу України).

Для вирощування сіянців сосни використовували циліндричні контейнери з агроволокна, що мали такі розміри: висота – 25 см, діаметр – 6 см, об'єм – 700 см³. Склад субстрату для вирощування сіянців – суміш добре гумусованого темно-сірого середньосуглинкового та супіщаного ґрунту (співвідношення за об'ємом 1 : 1), торфу та перегною-сипцю у загальному співвідношенні 3 : 1 : 0,25. Субстрат характеризувався слабко-кислою реакцією ґрунтового розчину (рН = 5,17).

У дослідних і контрольному варіантах використовували насіння другого класу якості. Висівання насіння здійснено в першій декаді квітня на глибину 0,5 см із подальшим мульчуванням свіжою сосною тирсою. Дрібнокрапельний полив здійснювали щоденно впродовж першого місяця вирощування сіянців за допомогою поливної системи, а потім вже за необхідності (для підтримання оптимального режиму зволоження в теплиці).

Упродовж вегетаційного періоду проведено дворазове кореневе підживлення сіянців (перше – після масового розгортання хвої сосни (17 травня), друге – у період інтенсивного росту сіянців (2 липня)) випробовуваними добривами. Загалом закладено п'ять дослідних варіантів та один контрольний варіант – сіянці сосни, які вирощено в контейнерах без застосування добрив. Випробовували добрива Partner стандарт, Master, Rost Концентрат і Help Rost у нормах, рекомендованих виробником препаратів. Нижче наведено склад активних речовин випробовуваних добрив.

Лінія добрив Partner Standard торгової марки (ТМ) Partner – базова та універсальна лінія добрив для всіх видів культур, що забезпечує основне живлення впродовж усього періоду вегетації. Випробовували два види добрив із базової та універсальної лінії добрив Partner Standard, а саме Partner Standard із умістом основних мікроелементів N : P : K у співвідношенні 35 : 10 : 10 та у співвідношенні 20 : 20 : 20. До складу добрив входили також мікроелементи: MgO в концентрації 2,5 %, B – 0,03 %, Fe (EDTA) – 0,04 %, Zn – 0,04 %; S – 3–4 %; Mo – 0,001 %; Mn – 0,03 %, бурштинова кислота – 0,6 % та вільні амінокислоти (ASP, THR, SER, GLUT, PRO, GLY, ALA, VAL, ISO, LEU, TYR, PHE, LYS, HIS, ARG, CYS, MET) у концентрації 0,4 %.

Master – універсальне комплексне добриво ТМ «Кіссон», яке сприяє активному росту та значному підвищенню стійкості рослин до різних захворювань. Рекомендується використовувати для кореневого підживлення. Склад: N : P : K – 6 : 3 : 6; янтарна кислота – 2 г·л⁻¹; мікроелементи: B, Cu, Zn, Mn, Fe, Mo.

Rost Концентрат – органо-мінеральне добриво ТМ «Кіссон», яке сприяє кращому вкоріненню й розвитку потужної кореневої системи рослин; підвищує стійкість рослин до несприятливих кліматичних умов. Склад: N : P : K – 15 : 7 : 7; антибіотики; макро- і мікроелементи.

Help Rost – рідке органо-мінеральне добриво NV «БТУ-Центр». Склад: N – 1 %; P₂O₅ – 1,2 %; K₂O – 2 %; мікроелементи, хелатовані продуктами метаболізму мікроорганізмів:

Zn – 0,27 %; Cu – 0,65 %; B – 0,3 %; Mn – 0,92 %; Fe – 0,4 %; амінокислоти (понад 165 видів); полісахариди-1500; вітаміни групи B-50; бактерії *Bacillus subtilis*, *Enterococcus*.

У кожному дослідному варіанті вирощено по 100 сіянців і використано по 5 л розчину (по 50 мл на контейнер) за одне підживлення.

Ефективність застосування випробовуваних добрив під час вирощування однорічних сіянців сосни звичайної оцінювали за їхніми біометричними показниками та масою надземної (стовбур + хвоя) та кореневої (коріння) частин у повітряно-сухому стані. Для цього у 50 сіянців кожного варіанту вимірювали висоту надземної частини (см) і діаметр кореневої шийки (мм). Крім того, у 10 середніх за біометричними показниками сіянців відмивали коріння від залишків субстрату та визначали масу (г) надземної та кореневої частин у повітряно-сухому стані (після висушування зразків у лабораторній шафі впродовж 24 годин за температури 105°C до постійної маси). Висоту сіянців визначали з точністю до 0,1 см, діаметр кореневої шийки – з точністю до 0,1 мм, а масу хвої, стовбура та коріння сіянців – із точністю до 0,01 г.

Показники росту та приживлюваності однорічних лісових культур сосни звичайної, створених сіянцями, вирощеними із застосуванням добрив, визначали наприкінці вегетаційного періоду 2021 р. Дослідні лісові культури було створено на свіжому зрубі восени 2020 р. у Липецькому лісництві (квартал 121, виділ 4.1) ДП «Харківська ЛНДС» на площі 0,9 га в умовах свіжого дубово-соснового субору. Садіння лісових культур проводили вручну під мотобур у частково підготовлений ґрунт – у дно борозен, створених механізованим способом плугом комбінованим лісовим (ПКЛ-70) на базі трактора МТЗ-82. Дослідні сіянці сосни звичайної вводили до складу лісових культур рядами. У кожному варіанті висаджено по 75 сіянців. Контролем був ряд лісових культур, створених сіянцями сосни звичайної, вирощеними без застосування добрив.

Приживлюваність однорічних лісових культур визначали як співвідношення кількості життєздатних рослин на момент їхнього обліку та висаджених під час закладання дослідних культур, виражене у відсотках. Проведено обміри всіх збережених рослин за варіантами. Висоту рослин визначали дерев'яною лінійкою з точністю до 0,5 см, діаметр кореневої шийки – електронним штангенциркулем з точністю до 0,1 мм.

Одержані дані обробляли методами математичної статистики за допомогою пакету програм MS Excel. Значущість різниці показників росту між контролем і дослідними варіантами перевіряли з використанням *t*-критерію Стюдента на 5 % рівні значущості (Romakin, 2006). Дані були нормально розподілені і таким чином не порушували вимоги застосування тесту Стюдента.

Результати. Результати досліджень свідчать, що середні висота й діаметр кореневої шийки однорічних сіянців сосни звичайної із ЗКС є більшими у варіантах, де проведено кореневе (шляхом поливу) підживлення випробовуваними добривами. Так, різниця в дослідних варіантах, порівнюючи з контролем, становила за висотою 31–40 %, за діаметром кореневої шийки – 7–20 % (табл. 1).

Найбільше абсолютне середнє значення висоти сіянців сосни відзначено у варіанті кореневого підживлення добривом Partner Standard 20 : 20 : 20 – 19,7 см (на 40 % більше проти контролю), а найменше – у варіанті з використанням добрива Master – 18,5 см (на 31 % більше проти контролю).

Найбільше абсолютне середнє значення діаметра кореневої шийки сіянців сосни відзначено у варіантах «Partner Standard 20 : 20 : 20» і «Partner Standard 35 : 10 : 10» – 1,8 мм (на 20 % більше проти контролю), а найменше – у варіантах «Master» і «Help Rost» – 1,6 мм (на 7 % більше проти контролю).

Виявлено, що значуще при $p = 0,05$ перевершують контроль за висотою всі дослідні варіанти, а за діаметром кореневої шийки – лише три варіанти з п'яти, а саме «Partner Standard 35 : 10 : 10», «Partner Standard 20 : 20 : 20» і «Rost Концентрат». Натомість у варіантах

«Master» і «Help Rost» перевищення за діаметром кореневої шийки проти контролю було незначущим (див. табл. 1).

Найбільшу масу надземної частини (стовбурця і хвої) середнього однорічного сіянцю сосни звичайної в повітряно-сухому стані визначено у варіанті «Partner Standard 35 : 10 : 10»; вона становила 1,08 г і перевершувала контрольний показник на 27 %. Найменше значення мав варіант «Master» – 0,95 г (12 %) (рис. 1).

Таблиця 1

Вплив дворазового підживлення випробовуваними добривами на середні висоту та діаметр кореневої шийки однорічних сіянців сосни звичайної із ЗКС

Table 1

The effect of two-time feeding with tested fertilizers on the average height and diameter of the root collar of one-year-old containerized Scots pine seedlings

Дослідний варіант (концентрація розчинів) Experimental treatment (solution concentration)	Висота, см Height, cm			Діаметр кореневої шийки, мм Diameter of the root neck, mm		
	$M \pm m$	t_f	% до контролю % to control	$M \pm m$	t_f	% до контролю % to control
Контроль	14,1 ± 0,41	–	100	1,5 ± 0,05	–	100
Partner Standard 35 : 10 : 10 (3 г·л ⁻¹)	19,4 ± 0,37	9,60	138	1,8 ± 0,05	4,24	120
Partner Standard 20 : 20 : 20 (3 г·л ⁻¹)	19,7 ± 0,37	10,14	140	1,8 ± 0,05	4,28	120
Master (5 мл·л ⁻¹)	18,5 ± 0,42	7,50	131	1,6 ± 0,05	1,41	107
Rost Концентрат (2 мл·л ⁻¹)	19,5 ± 0,42	9,20	138	1,7 ± 0,06	2,56	113
Help Rost (3,5 мл·л ⁻¹)	18,8 ± 0,41	8,11	133	1,6 ± 0,06	1,28	107

Примітка: $M \pm m$ – середнє значення вимірюваного показника та його стандартна похибка; t_f – t -критерій Стьюдента ($t_{0,05} = 2,01$). Значущі відмінності виділено напівжирним шрифтом.

Note: $M \pm m$ – mean value of indicators and its standard error; t_f – actual value of Student's t -test ($t_{0,05} = 2,01$). Significant differences are highlighted in bold.

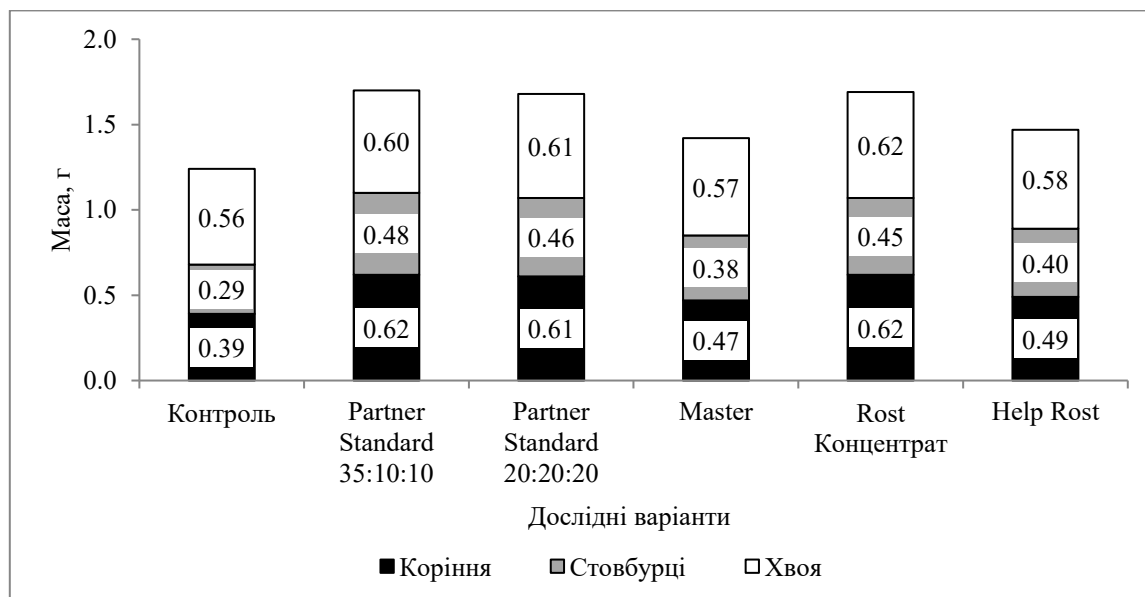


Рис. 1 – Маса надземної (стовбурця і хвої) і кореневої частин середнього однорічного сіянцю сосни звичайної із ЗКС за дворазового підживлення випробовуваними добривами

Fig. 1 – The mass of the aboveground (stem and needles) and root parts of an average one-year-old container-grown Scots pine seedling after two feedings with tested fertilizers

Найбільшу масу кореневої частини (коріння) середнього сіянцю сосни із ЗКС виявлено у варіантах «Partner Standard 35 : 10 : 10» і «Rost Концентрат»; вона становила 0,62 г

і перевершувала контрольний показник на 59 %. Найменше значення було виявлено також у варіанті «Master» – 0,47 г (21 %). Загальна маса сіяncів варіювала від 1,24 г (на контролі) до 1,70 г (у варіанті «Partner Standard 35 : 10 : 10») (див. рис. 1).

Найбільше значення співвідношення мас кореневої (К) і надземної (Н) частин сіяncів (К/Н) – 0,58 – зафіксовано у варіанті «Rost Концентрат», а найменше – 0,49 – у варіанті «Master». На контролі значення К/Н становило 0,46 (рис. 2).

Частка кількості стандартних сіяncів, згідно із Національним стандартом України «Сіяncи сосни звичайної із закритою кореневою системою. Технічні умови» (*Containerized seedlings of Scots pine. Specifications*, 2023), на контролі становила 76 %, тоді як у дослідних варіантах – 82–95 % (рис. 3).

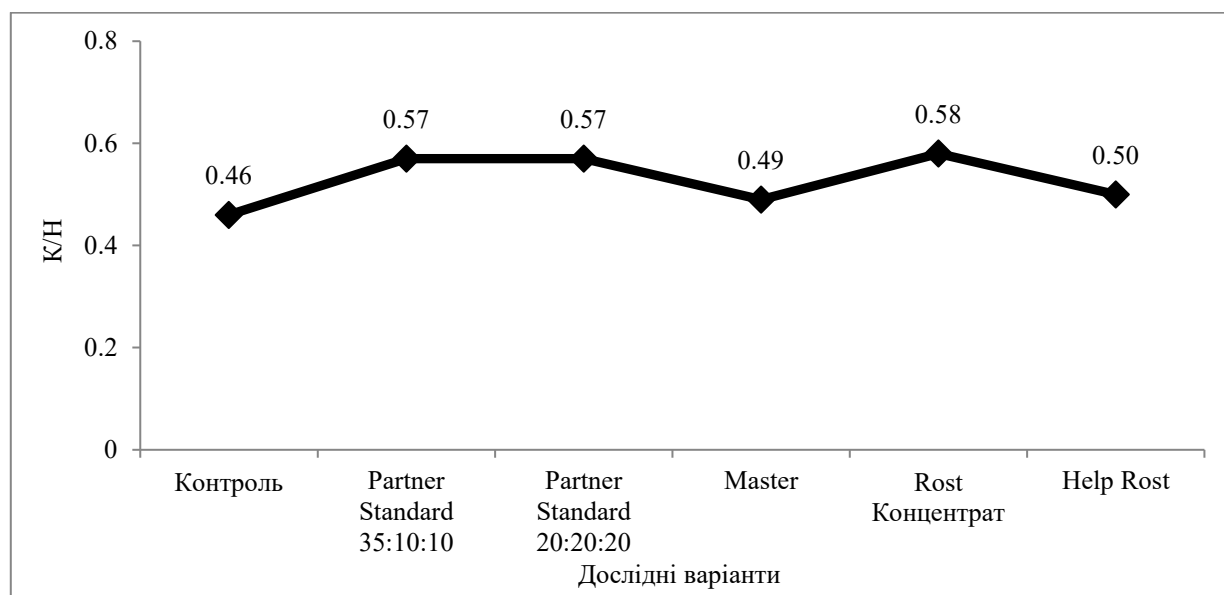


Рис. 2 – Співвідношення мас кореневої і надземної частин (К/Н) сіяncів сосни звичайної із ЗКС за дворазового підживлення випробовуваними добривами

Fig. 2 – The ratio of the masses of the root and aboveground parts (K/H) of container-grown Scots pine seedlings after two-time feeding with tested fertilizers

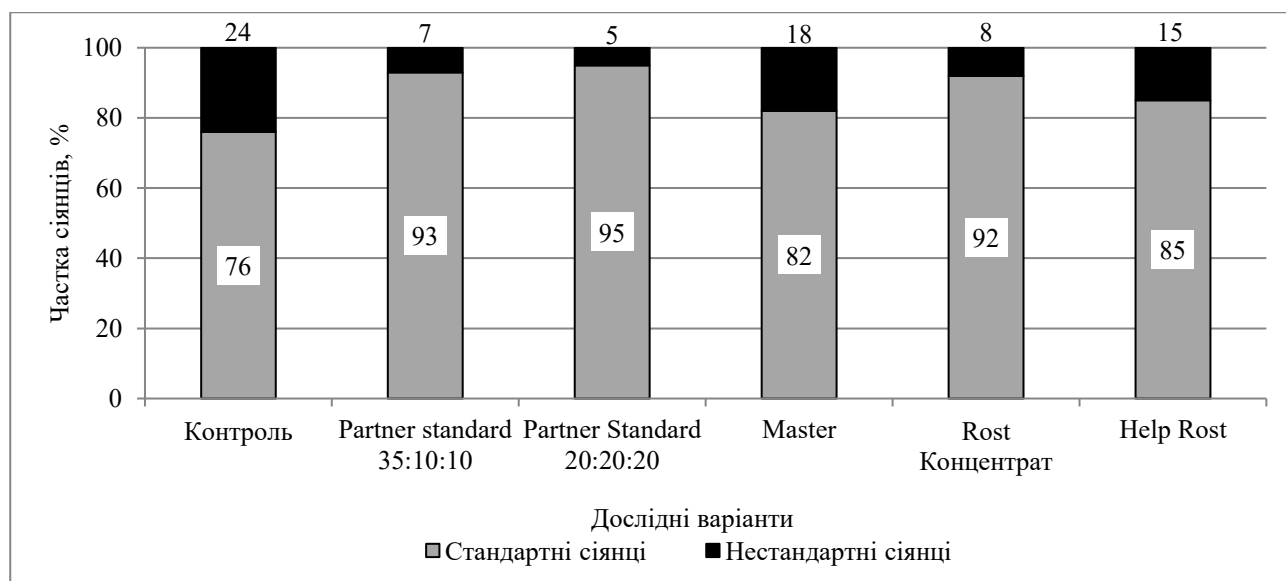


Рис. 3 – Співвідношення кількості стандартних і нестандартних сіяncів сосни звичайної із ЗКС за дворазового підживлення випробовуваними добривами

Fig. 3 – The ratio of the standard and non-standard container-grown Scots pine seedlings after two feedings with tested fertilizers

Результати проведених досліджень свідчать про вищі показники росту та приживлюваності рослин в однорічних лісових культурах сосни звичайної, створених сіянцями із ЗКС, вирощеними із застосуванням добрив, як порівняти з культурами, створеними сіянцями із ЗКС, вирощеними без застосування добрив, та з культурами, створеними сіянцями з ВКС (табл. 2, рис. 4).

Виявлено, що дослідні однорічні лісові культури за висотою перевершували культури на контрольному варіанті (створені сіянцями із ЗКС, вирощеними без застосування добрив) на 22–29 %, за приростом у висоту – на 7–21 %, за діаметром кореневої шийки – на 8–19 %.

Таблиця 2

Показники росту рослин сосни звичайної в однорічних дослідних лісових культурах

Table 2

Growth indicators of one-year-old Scots pine plants in experimental forest plantations

Дослідний варіант Experimental treatment	Висота, см Height, cm			Діаметр кореневої шийки, мм Diameter of the root collar, mm			Приріст у висоту, см Height increment, cm		
	$M \pm m$	t_f	% до контролю % to control	$M \pm m$	t_f	% до контролю % to control	$M \pm m$	t_f	% до контролю % to control
Контроль	23,2 ± 0,30	—	100	3,6 ± 0,17	—	100	8,8 ± 0,12	—	100
Partner Standard 35:10:10	29,9 ± 0,27	16,60	129	4,3 ± 0,20	2,67	119	10,7 ± 0,15	9,89	121
Partner Standard 20:20:20	29,7 ± 0,32	14,82	128	4,3 ± 0,23	2,45	119	10,4 ± 0,13	9,04	118
Master	28,3 ± 0,30	12,02	122	3,9 ± 0,23	1,05	108	9,4 ± 0,16	3,01	107
Rost Концентрат	28,5 ± 0,34	12,89	123	3,9 ± 0,27	0,94	108	10,0 ± 0,16	5,99	114
Help Rost	29,2 ± 0,33	13,45	126	4,2 ± 0,24	2,04	117	10,2 ± 0,20	6,02	116
ВКС	18,6 ± 0,45	3,52	80	3,4 ± 0,31	1,14	94	9,1 ± 0,25	1,37	92

Примітка: $M \pm m$ – середнє значення вимірюваного показника та його стандартна похибка; t_f – t -критерій Стьюдента ($t_{0,05} = 2,01$); ВКС – лісові культури сосни звичайної, створені сіянцями із відкритою кореневою системою. Значущі відмінності виділено напівжирним шрифтом.

Note: $M \pm m$ – mean value of indicators and its standard error; t_f – actual value of Student's t -test ($t_{0,05} = 2,01$); ВКС – Scots pine forest plantations established using bare root seedlings. Significant differences are highlighted in bold.

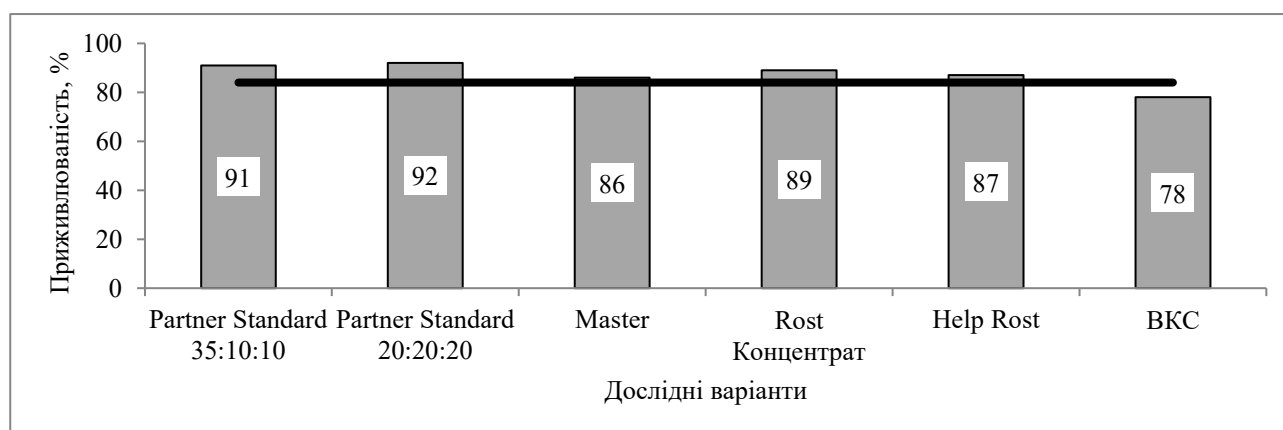


Рис. 4 – Приживлюваність рослин в однорічних дослідних лісових культурах сосни звичайної (суцільна лінія – показник приживлюваності на контрольному варіанті)

Fig. 4 – Survivability of one-year-old Scots pine plants in the experimental forest plantations (solid line shows the survivability in the control treatment)

Виявлено, що значуще при $p = 0,05$ перевершують контроль за висотою та приростом у висоту всі дослідні варіанти, а за діаметром кореневої шийки – лише дослідні варіанти «Partner Standard 35 : 10 : 10», «Partner Standard 20 : 20 : 20» та «Help Rost». Натомість

у варіантах «Master» і «Rost Концентрат» перевищення за діаметром кореневої шийки проти контролю було незначущим (див. табл. 2).

Встановлено, що рослини сосни звичайної в однорічних лісових культурах, створених сіянцями із ВКС, за всіма показниками росту значуще при $p = 0,05$ поступалися рослинам дослідних лісових культур, створених сіянцями із ЗКС.

Приживлюваність рослин в однорічних лісових культурах сосни звичайної, створених сіянцями із ЗКС, вирощеними без застосування добрив (контроль), становила 84 %, тоді як у дослідних варіантах культур її значення було дещо вищим – 86–92 %. Приживлюваність рослин в однорічних лісових культурах сосни звичайної, створених сіянцями із ВКС, була суттєво меншою (78 %), ніж приживлюваність рослин у дослідних лісових культурах, створених сіянцями із ЗКС, зокрема й на контролі.

Обговорення. Досліджено вплив дворазового підживлення сіянців сосни звичайної із ЗКС розчинами комплексних добрив із різним складом активної речовини, зокрема, концентраціями макроелементів – азоту, фосфору та калію. Виявлено, що підживлення призвело до суттєвого збільшення біометричних показників однорічних сіянців (висоти – до 40 %, діаметра кореневої шийки – до 20 %) та маси (надземної частини – до 27 %, кореневої частини – до 59 %), як порівняти із сіянцями, вирощеними без застосування добрив. Найвищі біометричні показники сіянців, а також найбільші маси їхніх надземної та кореневої частин, було відзначено у варіантах добрив, які мали найбільші концентрації основних макроелементів (азоту – 15–35 %, фосфору – 7–20 %, калію – 7–20 %), порівнюючи із варіантами добрив, де концентрації були значно меншими (азоту – 1–6 %, фосфору – 1–3 %, калію – 2–6 %) (див. табл. 1, рис. 1).

Власні результати узгоджуються з результатами інших дослідників (Islam *et al.*, 2009; Gruffman *et al.*, 2012; Lim *et al.*, 2022), які також відзначали збільшення біометричних показників однорічних контейнерних сіянців сосни звичайної, підживлених азотними добривами як у нітратній, так і амонійній формах, у середньому до 15 % проти контролю (сіянців, вирощених без застосування добрив).

О. І. Ляліним (Lialin, 2012) також отримано вищі біометричні показники (висоти – до 10 %, діаметра кореневої шийки – до 18 %) та більшу масу (надземної та кореневої частин – до 40 %) однорічних сіянців сосни звичайної із ЗКС, вирощених із застосуванням таблетованого органічного добрива «Гумітаб», яке містило також стимулятор росту рослин «Гумісол» і накопичувач вологи «Теравет-100», у нормах 0,75; 1,50 і 2,25 г на контейнер об'ємом 500 см³. При цьому найбільші біометричні показники та масу визначено у варіанті максимальної (2,25 г на контейнер) нормі внесення серед випробуваних.

Одним із основних завдань вирощування садивного матеріалу із ЗКС є формування оптимальних умов для розвитку кореневої системи та максимальне її збереження під час створення лісових культур, що забезпечує надалі високу приживлюваність та інтенсивний ріст рослин на лісокультурній площі (Danylenko *et al.*, 2024).

Важливою характеристикою є співвідношення мас кореневої (К) і надземної (Н) частин сіянців (К/Н). У проведених дослідженнях з дворазовим підживленням добривами найвищі співвідношення мас кореневої і надземної частин сіянців сосни звичайної (0,57 і 0,58) визначено у варіантах з найбільшими концентраціями у складі добрив азоту, фосфору та калію (див. рис. 2). За абсолютними значеннями цього показника (К/Н) також можна оцінити вплив випробовуваного добрива на ріст і розвиток частин сіянцю. Наприклад, чим більшим було співвідношення К/Н, тим більшим був вплив випробовуваного добрива на ріст і розвиток коріння сіянців. Чим меншим було це співвідношення, тим більшим був вплив на ріст і розвиток надземної частини сіянців.

Результати досліджень (Islam *et al.*, 2009; Gruffman *et al.*, 2012) свідчать, що у варіантах, де більші значення біометричних показників сіянців відмічені наприкінці першого вегетаційного періоду, переважання зберігалися також протягом другого вегетаційного

періоду. На жаль, власними дослідженнями ми ці висновки не можемо підтвердити, оскільки у наших дослідних варіантах сіянці вирощували лише один рік (один вегетаційний період).

Водночас результати наших досліджень свідчать про вищі показники росту (висоти – до 29 %, приросту у висоту – до 21 %, діаметра кореневої шийки – до 19 %) та приживлюваність (86–92 % проти 84 %) рослин в однорічних лісових культурах сосни звичайної, створених сіянцями із ЗКС, вирощеними із застосуванням добрив, порівнюючи з рослинами в культурах, створених сіянцями із ЗКС, вирощеними без застосування добрив. На жаль, через військові дії подальші обстеження та обміри дослідних лісових культур не проводили. Отже, це питання залишається актуальним і потребує додаткових досліджень.

С. П. Распопіною зі співавторами (Raspopina *et al.*, 2022) також було відзначено, що позакореневе підживлення 1 % і 1,5 % розчинами добрива «Rokohumin» сіянців сосни звичайної, висаджених на лісокультурну площу, сприяло збільшенню показників приживлюваності, висоти та діаметра деревних рослин. Так, приживлюваність однорічних рослин сосни звичайної в лісових культурах була вищою на 10 % (за позакореневого підживлення сіянців 1% розчином добрива) і на 5 % (за позакореневого підживлення сіянців 1,5% розчином добрива), порівнюючи з контролем (рослинами у звичайних виробничих культурах). Приживлюваність рослин сосни звичайної у трирічних лісових культурах становила 53 і 50 % відповідно і перевищувала контроль (40 %). Водночас приживлюваність рослин як в одно-, так і в трирічному віці не досягала нормативного показника для Харківської області (*About approval of the Instruction*, 2010). Суттєве зниження приживлюваності, на думку дослідників, зумовлене насамперед відсутністю доглядів за культурами, що призвело до масового поширення коренепаросткового бур'яна – кунічника наземного (*Calamagrostis epigejos* L.), висота якого подекуди сягала 1,5 м.

Результати досліджень О. І. Ляліна (Lialin, 2008), власні попередні дослідження (Danylenko *et al.*, 2021; 2024) у Харківській області, а також О. Г. Василевського зі співавторами (Vasylevskiy *et al.*, 2024) у Вінницькій і Хмельницькій областях та О. Ю. Андрєєвої зі співавторами (Andreieva *et al.*, 2016) у Житомирській області свідчать про кращу приживлюваність та вищі показники росту у віці 1–5 років чистих за складом лісових культур сосни звичайної, створених сіянцями із ЗКС, порівнюючи з культурами, створеними сіянцями із ВКС. Нашими дослідженнями також підтверджено дещо менші значення показників приживлюваності та росту рослин в однорічних лісових культурах сосни звичайної, створених сіянцями із ВКС, порівнюючи з культурами, створеними сіянцями із ЗКС, вирощеними як із застосуванням добрив, так і без їхнього застосування. Тому одним зі шляхів підвищення ефективності вирощування лісових культур сосни звичайної в регіоні досліджень може бути ширше використання під час лісовідновлення та лісорозведення садивного матеріалу із ЗКС.

Висновки. Результати досліджень свідчать про доцільність застосування комплексних добрив Partner Standard, Master, Rost Концентрат та Help Rost у нормах, рекомендованих виробником препаратів, для інтенсифікації росту сіянців сосни звичайної із закритою кореневою системою під час їхнього вирощування в умовах закритого ґрунту та подальшого використання вирощених сіянців для лісовідновлення й лісорозведення.

Кореневе підживлення сіянців розчинами випробовуваних добрив сприяло збільшенню їхніх біометричних показників та маси кореневої і надземної частин. Найбільші біометричні показники та масу однорічних сіянців сосни звичайної відзначено в разі їхнього кореневого підживлення розчинами добрив Partner Standard 20 : 20 : 20 і Partner Standard 35 : 10 : 10, а найменші – у разі підживлення розчином добрива Master.

Частка стандартних однорічних сіянців сосни звичайної в дослідних варіантах становила 82–95 %, тоді як на контролі – 76 %.

Дослідні однорічні лісові культури сосни звичайної, створені сіянцями із закритою кореневою системою, вирощеними із застосуванням добрив, також характеризувалися вищими показниками росту та приживлюваністю, порівнюючи з культурами, створеними сіянцями із закритою кореневою системою, вирощеними без застосування добрив.

Джерела фінансування. Статтю підготовлено авторами в межах виконання тем досліджень УкрНДІЛГА (тема № 11 – «Дослідити ріст і розвиток лісових культур, створених садивним матеріалом із закритою кореневою системою, та розробити рекомендації щодо удосконалення технології їх створення», № держреєстрації 0120U101897), замовником якої є Державне агентство лісових ресурсів України.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

- About approval of the Instruction on design, technical acceptance, accounting and quality assessment of forestry objects (2010). Approved by the order of the State Forest Management Committee of Ukraine dated 19 August 2010. No 260. Kyiv: State Forestry Committee (in Ukrainian).
- Andreieva, O.Yu., Huzii, A.I. and Karchevskiy, R.A. (2016) 'Some parameters of pine growth in plantations created with potted planting material', *Scientific Bulletin of UNFU*, 26(3), pp. 9–14 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.15421/40260301>
- Ayan, S. and Tüfekçioğlu, A. (2006) 'Growth responses of Scots pine seedlings grown in peat-based media amended with natural zeolite', *Journal of Environmental Biology*, 27, pp. 27–34.
- Containerized seedlings of Scots pine. Specifications. State standard of Ukraine 9247:2023 (2023). Kyiv: State Standard of Ukraine (in Ukrainian).
- Danylenko, O.M., Yushchuk, V.S. and Rumiantsev, M.H. (2024) 'Effectiveness of the use of plant growth stimulants when creating Scots pine forest plantations in Kharkiv Forest Research Station', *Forestry and Forest Melioration*, 144, pp. 69–79 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.33220/1026-3365.144.2024.69>
- Danylenko, O.M., Yushchuk, V.S., Rumiantsev, M.H. and Mostepaniuk, A. A. (2021) 'Some features of the growth and condition of pine plantations created by different planting material', *Scientific Bulletin of UNFU*, 31(1), pp. 26–29 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.36930/40310104>
- Islam, M.A., Apostol, K.G., Jacobs, D.F. and Dumroese, R.K. (2009) 'Fall fertilization of *Pinus resinosa* seedlings: nutrient uptake, cold hardiness, and morphological development', *Annals of Forest Science*, 66, 704. <https://doi.org/10.1051/forest/2009061>
- Gruffman, L., Ishida T., Nordin, A. and Näsholm, T. (2012) 'Cultivation of Norway spruce and Scots pine on organic nitrogen improves seedling morphology and field performance', *Forest Ecology and Management*, 276, pp. 118–124. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.03.030>
- Hordiienko, M.I., Huz, M.M., Debryniuk, Yu.M. and Maurer, V.M. (2005) *Forest plantations*. Lviv: Kamula (in Ukrainian).
- Hrom, M.M. (2005) 'Stimulating the growth of juvenile forest plantations by applying mineral fertilizers in the Western Forest-Steppe', *Scientific Bulletin of UNFU*, 15(1), pp. 29–34 (in Ukrainian).
- Lialin, O.I. (2008) 'Condition and growth of pine plantations created with containerized planting material', *Forestry and Forest Melioration*, 113, pp. 93–100 (in Ukrainian).
- Lialin, O.I. (2012) *Improvement of technology of growing of containerized planting material of pine and oak in the Left-bank Forest Steppe*. PhD thesis. Kharkiv: URIFFM (in Ukrainian).
- Lim, H., Jämtgård, S., Oren, R., Gruffman, L., Kunz, S. and Näsholm, T. (2022) 'Organic nitrogen enhances nitrogen nutrition and early growth of *Pinus sylvestris* seedlings', *Tree Physiology*, 42(3), pp. 513–522. <https://doi.org/10.1093/treephys/tpab127>
- Marchuk, I.U., Henhalo, O.M. and Pinchuk, A.P. (2017) *Fertilizers and their use in forestry and horticulture. A textbook for university students*. Kyiv: Ekspo-Druk (in Ukrainian).
- Popov, O.F. (2008) *Intensification of growing pine planting material in the south of the Left-Bank Forest-Steppe*. PhD thesis. Kharkiv: URIFFM (in Ukrainian).
- Raspopina, S.P., Didenko, M.M., Bila, Yu.M., Horoshko, V.V. and Harmash, A.V. (2022) 'The influence of growth stimulants on survival and growth of *Pinus sylvestris* in forest plantations of the Slobozhansky Forest Region of Ukraine', *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 24, pp. 120–128 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.15421/412210>
- Romakin, V.V. (2006) *Computer data analysis: Tutorial*. Mykolaiv: MDHU im. Petra Mohyly (in Ukrainian).
- Špulák, O. and Hacurová, J. (2021) 'The influence of growing medium composition on pine and birch seedling response during the period of simulated spring drought', *Journal of Forest Science*, 67(8), pp. 385–395. <https://doi.org/10.17221/39/2021-JFS>
- Taranenko, Yu.M. (2017) *Features of Scots pine planting material growing from seeds with improved hereditary properties in the Left-bank Forest-Steppe of Ukraine*. PhD thesis. Kharkiv: URIFFM (in Ukrainian).
- Tilki, F. and Memisoglu, T. (2014) 'Growth of Scots pine and silver birch seedlings on different nursery container media', *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 42, pp. 565–572. <https://doi.org/10.15835/nbha4229551>
- Troeng, E. and Ackzell, L. (1988) 'Growth regulation of Scots pine seedlings with different fertilizer compositions and regimes', *New Forest*, 2, pp. 119–130. <https://doi.org/10.1007/BF00027763>

- URIFFM (2014) *To improve technologies for creating forest plantations in large fires and growing planting material of major forest species. Report on research work on the topic No 16 for 2014 (final)*. [Ugarov, V. M., Ed.]. Kharkiv: URIFFM (in Ukrainian).
- Van den Driessche, R. (1988) 'Nursery growth of conifer seedlings using fertilizers of different solubilities and application time, and their forest growth', *Canadian Journal of Forest Research*, 18, pp.172–180. <https://doi.org/10.1139/x88-027>
- Vasylevskyi, O.H., Yelisavenko, Yu.A., Tarnopilskyi, P.B. and Rumiantsev, M.H. (2024). 'Growth of forest plantations of the Scots pine and English oak established by different types of planting material in the Right-Bank Forest-Steppe in Ukraine'. *Forestry and Forest Melioration*, 144, pp. 59–68 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.33220/1026-3365.144.2024.59>
- Westman, C. J. (1976) 'Fertilization of containerized Scots pine seedlings with different nitrogen fertilizers', *Silva Fennica*, 10(4), pp. 296–313.

EFFICIENCY OF COMPLEX FERTILISER APPLICATION IN THE CULTIVATION OF SCOTS PINE SEEDLINGS AND ESTABLISHMENT OF FOREST PLANTATIONS IN KHARKIV FOREST RESEARCH STATION

Danylenko O. M.¹, Yushchyk V. S.², Rumiantsev M. H.^{3*}

The study evaluates the effects of complex fertilizers – Partner Standard, Master, Rost Kontsentrat and Help Rost – applied at manufacturer-recommended rates on the biometric parameters, weight, and yield of standard container-grown Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings in Kharkiv Forest Research Station. Root application of these fertilizer solutions significantly enhanced the biometric characteristics and the weight of one-year-old seedlings.: Compared to the control, treated variants exhibited an increase in height by 31–40%, root collar diameter by 7–20%, air-dry aboveground biomass by 12–27%, and root biomass by 21–59%. The proportion of standard-quality one-year-old Scots pine seedlings in the treated variants ranged from 82% to 95%, compared to 76% in the control group. These results demonstrate improved growth performance and survivability of one-year-old Scots pine forest plantations established with containerized seedlings grown using complex fertilizers, relative to plantations established with untreated containerized or bare-root seedlings.

Key words: *Pinus sylvestris* L., agrofiber container, planting material, growth parameters, survivability.

Одержано редколегією 06.01.2025

¹ Danylenko Oleh, State Enterprise "Kharkiv Forest Research Station", Cherkaska Lozova, 62300, Kharkiv region, Ukraine. E-mail: dandik86@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7817-4299>

² Yushchyk Vita, Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky, 86 Hryhoriia Skovorody Street, Kharkiv, 61024, Ukraine. E-mail: vityay2715@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2472-3882>

³ Rumiantsev Maksym, PhD in Agricultural Sciences, Senior Researcher, Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky, 86 Hryhoriia Skovorody Street, Kharkiv, 61024, Ukraine. E-mail: maxrum-89@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2245-2441>

* Correspondence: maxrum-89@ukr.net