



ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРІВ ПІД ЧАС ВИРОЩУВАННЯ СІЯНЦІВ ДУБА ЗВИЧАЙНОГО ІЗ ЗАКРИТОЮ КОРЕНЕВОЮ СИСТЕМОЮ У ПІВДЕННО-СХІДНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

М. Г. Румянцев^{1*}, О. М. Даниленко², П. Б. Тарнопільський³, В. С. Ющик⁴

Наведено результати досліджень впливу добрив Partner Standard, «Покогумін», Rost Концентрат, Master, Help Rost, Brehil Multi, «Нутривант Плюс» та Rosasol у нормах, рекомендованих виробником препаратів, на біометричні показники, масу та вихід стандартних сіянців дуба звичайного із закритою кореневою системою. Виявлено, що кореневе або листкове підживлення розчинами зазначених добрив позитивно вплинуло на біометричні показники, масу та вихід стандартних однорічних сіянців дуба звичайного. Сіянці в дослідних варіантах перевершували контрольні за висотою надземної частини на 18–45 %, за діаметром на рівні кореневої шийки – на 25–52 %, за масою надземної частини – на 86–218 % та масою кореневої системи – на 5–213 %. Частка стандартних сіянців у всіх дослідних варіантах була більшою, ніж на контролі (86–100 % проти 82 %). Результати дослідження свідчать про доцільність застосування зазначених видів добрив під час вирощування сіянців дуба звичайного із закритою кореневою системою та подальшого використання вирощених рослин для лісовідновлення й лісорозведення.

Ключові слова: *Quercus robur* L., біометричні показники, маса сіянців, стандартні сіянці, підживлення.

Вступ. Відтворення дубових лісів в Україні відбувається переважно штучним способом – створенням лісових культур сіянцями із відкритою (ВКС) та закритою (ЗКС) кореневою системою або висіванням жолудів. Щорічні обсяги лісовідновлення дубових насаджень на підприємствах, підпорядкованих Державному агентству лісових ресурсів України, в середньому становлять близько 6,3 тис. га в рік, зокрема в Харківській області – майже 0,3 тис. га (Danylenko *et al.*, 2021b). Для забезпечення успішності штучного відновлення дубових насаджень надзвичайно актуальним завданням залишається вибір певного садивного матеріалу (Lukyanets *et al.*, 2022; 2023). Відомо, що важливою складовою лісокультурного виробництва, що забезпечує високу приживлюваність і збережуваність лісових культур, є стандартний садивний матеріал (Rasporina *et al.*, 2022).

Нині гостро постає питання щодо впровадження в лісокультурне виробництво інноваційних прийомів, які сприяють підвищенню ефективності штучного лісовідновлення, а саме – приживлюваності лісових культур (Rasporina *et al.*, 2022), зокрема з участю дуба звичайного (*Quercus robur* L.). Одним із таких прийомів може стати використання садивного матеріалу із ЗКС. Успішний ріст лісових культур дуба звичайного, створених сіянцями із ЗКС, порівнюючи з культурами, створеними сіянцями із ВКС, у Лісостепу України відзначено низкою досліджень (Lialin, 2014; Tovstukha *et al.*, 2017; Lukyanets *et al.*, 2022; 2023; Rumiantsev *et al.*, 2023; Vasylevskyi *et al.*, 2024).

¹ 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. E-mail: maxrum-89@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2245-2441>

² Даниленко Олег Миколайович, Державне підприємство «Харківська лісова науково-дослідна станція», с. Черкаська Лозова, 62300, Харківський р-н, Харківська обл., Україна. E-mail: dandik86@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7817-4299>

³ Тарнопільський Петро Богданович, Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, вул. Григорія Сковороди, 86, Харків, 61024, Україна. E-mail: tarnopilsky@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8547-4843>

⁴ Ющик Віта Сергіївна, Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, вул. Григорія Сковороди, 86, Харків, 61024, Україна. E-mail: vityay2715@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2472-3882>

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

Слід зауважити, що в Україні останніми роками відзначено тенденцію до збільшення обсягів вирощування садивного матеріалу головних лісоутворювальних порід із ЗКС, зокрема дуба звичайного, що має низку переваг, порівнюючи із традиційним садивним матеріалом (сіянцями із ВКС). До цих переваг насамперед належать: ефективне використання насіння, зібраного з об'єктів постійної лісонасінної бази; автоматизація виробничого процесу з вирощування садивного матеріалу, зокрема в сучасних лісових селекційно-насінневих центрах; забезпечення неушкодженості кореневої системи під час садіння сіянців на лісокультурну площу; висока приживлюваність (на рівні 95–100 %) створених культур; суттєве подовження строків створення лісових культур тощо (Stanturf *et al.*, 1998; Lialin, 2014; Danylenko *et al.*, 2021b; Rumiantsev *et al.*, 2022; Vysotska *et al.*, 2022).

Для забезпечення оптимальних умов мінерального живлення під час вирощування сіянців, підвищення їхньої стійкості проти стресових факторів біотичної та абіотичної природи, а також поліпшення якості доцільно застосовувати різні добрива, зокрема комплексні. Відомо (Vysotska *et al.*, 2022), що сіянці дуба звичайного, вирощені із застосуванням добрив, характеризуються добре розвиненими кореневою системою та наземною частиною, накопичують значний уміст запасних поживних речовин, які використовують для формування кореневої системи та адаптації до нових умов після садіння на постійне місце. Ці переваги забезпечують, зокрема, високу приживлюваність та подальший інтенсивний ріст створених лісових культур.

О. J. Rotowa та ін. (Rotowa *et al.*, 2025b) підкреслюють практичну цінність застосування добрив у лісокультурному виробництві. Цей захід не лише забезпечує вирощування високоякісних сіянців у контейнерах, але також сприяє їхньому росту й підвищує стійкість проти негативних чинників навколишнього середовища.

Нині на ринку України наявний великий вибір сучасних добрив, зокрема комплексних, як іноземного, так і вітчизняного виробництва, які можуть бути доволі перспективними для використання в лісовому господарстві. Ці добрива характеризуються незначними рекомендованими нормами щодо використання, а тому є привабливими з економічного погляду, а також не завдають шкоди навколишньому середовищу, тому їх все ширше випробовують і в лісокультурному виробництві країни.

Різні добрива, зокрема комплексні, у великих обсягах застосовують у сільському господарстві для підвищення врожайності та якості зернових, овочевих, баштанних та ягідних культур. Набагато менше відомо про вплив таких добрив на ріст і розвиток сіянців деревних порід.

Дослідження впливу добрив під час вирощування сіянців дуба звичайного можуть стати науковою основою розроблення інтенсивних технологій вирощування високоякісного стандартного садивного матеріалу, стійкого проти стресових факторів біотичної та абіотичної природи.

Мета досліджень – визначити біометричні показники, масу надземної частини та кореневої системи однорічних сіянців дуба звичайного із ЗКС, а також вихід стандартних сіянців у разі застосування добрив під час вирощування рослин.

Матеріали й методи. Ефективність впливу кореневого та листового підживлення розчинами випробовуваних добрив на біометричні показники, масу та вихід стандартних однорічних сіянців дуба звичайного із ЗКС досліджували у 2023 р. у теплично-розсадницькому відділенні Південного лісництва ДП «Харківська ЛНДС».

Сіянці дуба вирощували в умовах відкритого ґрунту у циліндричних контейнерах з агроволокна заввишки 28 см діаметром 8 см та об'ємом 1 407 см³, розміщених у дерев'яних коробах. Субстратом для вирощування сіянців була суміш середньосуглинкового ґрунту та верхового торфу у співвідношенні за об'ємом 3 : 1. Жолуді було зібрано на клоново-насінній плантації селекційно-насінницького комплексу в Південному лісництві

ДП «Харківська ЛНДС», вони мали перший клас якості. Висівали пророслі жолуді по 1 шт. у контейнер на глибину 2–3 см.

Було закладено десять дослідних варіантів із різними концентраціями добрив та контрольний варіант – сіянці дуба, вирощені в контейнерах без застосування добрив. Один дослідний варіант являв собою окремих короб (близько 500 сіянців). Загалом у дослідних варіантах і на контролі було вирощено близько 5,5 тис. шт. сіянців.

Упродовж вегетаційного періоду проведено дворазове кореневе (полив) або листкове (обприскування) підживлення сіянців розчинами випробуваних добрив. Перше підживлення було здійснено 13 червня (орієнтовно через 2–3 тижні після появи сходів), а друге – 7 серпня (у період інтенсивного росту сіянців). У кожному дослідному варіанті для кореневого підживлення використано по 60 л розчину (30 л розчину за одне підживлення або 60 мл на один контейнер із сіянцем), а для листового підживлення – по 10 л розчину (5 л розчину за одне підживлення або 10 мл на один контейнер із сіянцем).

Під час кореневого підживлення сіянців дуба використано розчини таких добрив: Partner Standard 35:10:10 (3 г·л⁻¹), Partner Standard 20:20:20 (3 г·л⁻¹), «Рокогумін» (10 мл·л⁻¹), Rost Концентрат (2 мл·л⁻¹), Master 20:20:20 (2,5 г·л⁻¹), Master 6:3:6 (5 мл·л⁻¹) та Help Rost (3,5 мл·л⁻¹), а для листового підживлення – Brevil Multi (1,5 г·л⁻¹), «Нутривант Плюс» (2,5 г·л⁻¹) та Rosasol (1,5 г·л⁻¹). Зазначені концентрації добрив є рекомендованими виробниками препаратів. Усі випробувані добрива характеризувалися невеликою нормою витрати, що є вигідним з погляду економіки та впливу на довкілля. Нижче наведено характеристику випробовуваних добрив.

Partner Standard 35:10:10 – комплексне водорозчинне мінеральне добриво торгової марки Partner (Україна). Склад: N – 35 %; P₂O₅ – 10 %; K₂O – 10 %; MgO – 2,5 %; B – 0,03 %; Fe – 0,04 %; Zn – 0,04 %; S – 3–4 %; Mo – 0,001 %; Mn – 0,03 %; бурштинова кислота – 0,6 %; вільні амінокислоти (понад 15 видів) – 0,4 %.

Partner Standard 20:20:20 – комплексне водорозчинне мінеральне добриво торгової марки Partner (Україна). Склад: N – 20 %; P₂O₅ – 20 %; K₂O – 20 %; MgO – 2,5 %; B – 0,03 %; Fe – 0,04 %; Zn – 0,04 %; S – 13,5 %; Mo – 0,001 %; Mn – 0,06 %; бурштинова кислота – 0,6 %; вільні амінокислоти (понад 15 видів) – 0,4 %.

«Рокогумін» – органо-мінеральне добриво торгової марки Rokosan (Словенія). Склад: N – 4 %; P₂O₅ – 9 %; K₂O – 14 %; гумінові кислоти – не менше 13 % та мікроелементи – Ca, Vg, B, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn – на рівні фізіологічних значень.

Rost Концентрат – органо-мінеральне добриво торгової марки «Рост» (Україна). Склад: N – 15 %; P₂O₅ – 7 %; K₂O – 7 %; антибіотики; мікроелементи.

Brevil Multi – мікродобриво торгової марки Valagro (Україна). Склад: лігносульфонати; Fe – 4 %; Mg – 8,5 %; Mn – 4 %; Zn – 1,5 %; B – 0,5 %; Cu – 0,8 %.

Master 20:20:20 – універсальне водорозчинне комплексне добриво торгової марки «Караван» (Україна). Склад: N – 20 %; P₂O₅ – 20 %; K₂O – 20 %; B – 0,04 %; Cu – 0,05 %; Mn – 0,1 %.

Master 6:3:6 – універсальне комплексне добриво торгової марки Valagro (Україна). Склад: N – 6 %; P₂O₅ – 3 %; K₂O – 6 %; бурштинова кислота – 2 г·л⁻¹; мікроелементи – B, Cu, Zn, Mn, Fe, Mo.

Help Rost – рідке органо-мінеральне добриво торгової марки «БТУ-Центр» (Україна). 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*.

«Нутривант Плюс» – універсальне мінеральне водорозчинне добриво торгової марки Argumin (Ізраїль). Склад: N – 6 %; P₂O₅ – 18 %; K₂O – 37 %; Mg – 2 %; B – 0,02 %; Mn – 0,04 %; Zn – 0,02 %; Cu – 0,005 %; Fe – 0,08 %; Mo – 0,005 %; екологічний прилипач Fertivant.

Rosasol – концентроване універсальне комплексне водорозчинне добриво торгової марки «Ерідон» (Україна). Склад: N – 8 %; P₂O₅ – 17 %; K₂O – 41 %; B – 125 мг·кг⁻¹; Cu – 94 мг·кг⁻¹; Fe – 325 мг·кг⁻¹; Mn – 400 мг·кг⁻¹; Zn – 287 мг·кг⁻¹.

Ефективність застосування добрив оцінювали за біометричними показниками, масою та виходом стандартних сіянців дуба. Для цього у 100 сіянців кожного варіанта вимірювали висоту надземної частини (см) та діаметр на рівні кореневої шийки (мм). Крім того, у десяти середніх за біометричними показниками сіянців відмивали коріння від залишків ґрунту й визначали масу (г) надземної та кореневої частин у повітряно-сухому стані (після висушування зразків у лабораторній шафі). Висоту сіянців визначали з точністю до 0,1 см, діаметр на рівні кореневої шийки – з точністю до 0,1 мм, а масу надземної частини та кореневої системи сіянців – із точністю до 0,1 г.

Вихід стандартних сіянців визначали згідно із розробленим в УкрНДІЛГА та затвердженим державним підприємством «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ») стандартом «Сіянці дуба звичайного із закритою кореневою системою. Технічні умови» (*Containerized seedlings of English oak. Specifications*, 2023).

Значущість різниці біометричних показників сіянців між контролем і дослідними варіантами перевіряли з використанням *t_f*-критерію Стюдента на 5 % рівні значущості (Romakin, 2006). Дані відповідали нормальному закону розподілу і, таким чином, не порушували вимоги до застосування тесту Стюдента.

Результати. Результати проведених досліджень свідчать, що висота надземної частини та діаметр на рівні кореневої шийки однорічних сіянців суттєво перевершували контроль у всіх варіантах дослідів із дворазовим кореневим (полив) або листовим (обприскування) підживленням розчинами добрив (табл. 1).

Таблиця 1

Біометричні показники однорічних сіянців дуба звичайного із закритою кореневою системою, вирощених із застосуванням добрив

Table 1

Biometric parameters of one-year-old containerized English oak seedlings grown using fertilizers

Дослідний варіант (концентрація розчинів) Experimental treatment (solution concentration)	Спосіб підживлення Feeding method	Висота надземної частини, см Aboveground height, cm			Діаметр на рівні кореневої шийки, мм Root collar diameter, mm		
		<i>M ± m</i>	<i>t_f</i>	% до контролю % to control	<i>M ± m</i>	<i>t_f</i>	% до контролю % to control
Контроль	–	24,6 ± 0,63	–	–	3,1 ± 0,08	–	–
Partner Standard 35:10:10 (3 г·л ⁻¹)	К	34,0 ± 0,96	8,22	138	3,9 ± 0,10	6,10	125
Partner Standard 20:20:20 (3 г·л ⁻¹)	К	35,8 ± 0,85	10,57	145	3,9 ± 0,12	5,66	125
Рокогумін (10 мл·л ⁻¹)	К	34,2 ± 1,39	6,26	139	4,1 ± 0,13	6,49	132
Rost Концентрат (2 мл·л ⁻¹)	К	32,1 ± 0,90	6,84	130	4,1 ± 0,11	7,22	132
Brexil Multi (1,5 г·л ⁻¹)	Л	35,3 ± 1,05	8,71	143	4,4 ± 0,13	8,28	140
Master 20:20:20 (2,5 г·л ⁻¹)	К	29,1 ± 1,08	3,58	118	4,6 ± 0,12	10,23	148
Master 6:3:6 (5 мл·л ⁻¹)	К	35,0 ± 1,59	6,09	142	4,7 ± 0,12	10,90	152
Help Rost (3,5 мл·л ⁻¹)	К	30,5 ± 1,08	4,73	124	4,2 ± 0,15	6,47	135

Продовження табл. 1

Table 1 (Continued)

Дослідний варіант (концентрація розчинів) Experimental treatment (solution concentration)	Спосіб підживлення Feeding method	Висота надземної частини, см Aboveground height, cm			Діаметр на рівні кореневої шийки, мм Root collar diameter, mm		
		$M \pm m$	t_f	% до контролю % to control	$M \pm m$	t_f	% до контролю % to control
Нутривант Плюс (2,5 г·л ⁻¹)	Л	32,6 ± 1,33	5,45	133	4,3 ± 0,13	7,87	140
Rosasol (1,5 г·л ⁻¹)	Л	33,1 ± 1,04	6,96	134	4,1 ± 0,14	6,29	132

Примітки: К – кореневе (полив) підживлення сіянців; Л – листкове (обприскування) підживлення сіянців.

$M \pm m$ – середнє значення вимірюваного біометричного показника та його стандартна похибка.

t_f – t -критерій Стюдента ($t_{0,05} = 2,01$).

Notes: К – feeding (watering) of the root system of seedlings; Л – foliar (spraying) treatment of seedlings.

$M \pm m$ – mean value of biometric parameters and its standard error.

t_f – actual value of Student's t -test ($t_{0,05} = 2,01$).

Різниця за висотою надземної частини сіянців між дослідними варіантами та контролем становила від 4,5 до 11,2 см, за діаметром на рівні кореневої шийки – від 0,8 до 1,6 мм. Найбільше середнє значення висоти надземної частини сіянців (35,8 см) виявлено у варіанті кореневого підживлення розчином добрива Partner 20:20:20 у концентрації 3 г·л⁻¹, а найменше (29,1 см) – у варіанті кореневого підживлення розчином добрива Master 20:20:20 у концентрації 2,5 г·л⁻¹.

Найбільше середнє значення діаметра на рівні кореневої шийки сіянців (4,7 мм) відзначено у варіанті кореневого підживлення розчином добрива Master 6:3:6 у концентрації 5 мл·л⁻¹, найменше (3,9 мм) – у варіантах кореневого підживлення розчинами добрив Partner 35:10:10 і Partner 20:20:20 у концентрації 3 г·л⁻¹.

Значущу різницю як за висотою надземної частини ($t_{0,05} = 2,01$; $t_f = 3,58$ –10,57), так і за діаметром на рівні кореневої шийки ($t_{0,05} = 2,01$; $t_f = 5,66$ –10,90) визначено між всіма дослідними варіантами та контролем.

Дворазове кореневе (полив) або листкове (обприскування) підживлення розчинами випробовуваних добрив також суттєво вплинуло на масу однорічних сіянців дуба із ЗКС (рис. 1). Різниця між дослідними варіантами та контролем за масою надземної частини сіянців у повітряно-сухому стані становила від 0,9 до 2,2 г, за масою кореневої системи – від 0,1 до 6,7 г.

Найбільше середнє значення маси надземної частини сіянців (3,2 г) відзначено у варіанті листкового підживлення розчином добрива Rosasol у концентрації 1,5 г·л⁻¹, найменше (1,9 г) – у варіанті кореневого підживлення розчином добрива Master 20:20:20 у концентрації 2,5 г·л⁻¹.

Найбільше середнє значення маси кореневої системи сіянців (9,9 г) виявлено у варіанті кореневого підживлення розчином добрива Help Rost у концентрації 3,5 мл·л⁻¹, найменше (3,3 г) – у варіанті кореневого підживлення розчином добрива Partner 20:20:20 у концентрації 3 г·л⁻¹.

Частка маси кореневої системи у загальній масі сіянців була доволі значною в дослідних варіантах і варіювала від 54 до 79 %. Найбільшою вона була у варіанті кореневого підживлення розчином добрива Master 6:3:6 у концентрації 5 мл·л⁻¹, а найменшою – у варіанті кореневого підживлення розчином добрива Partner 20:20:20.

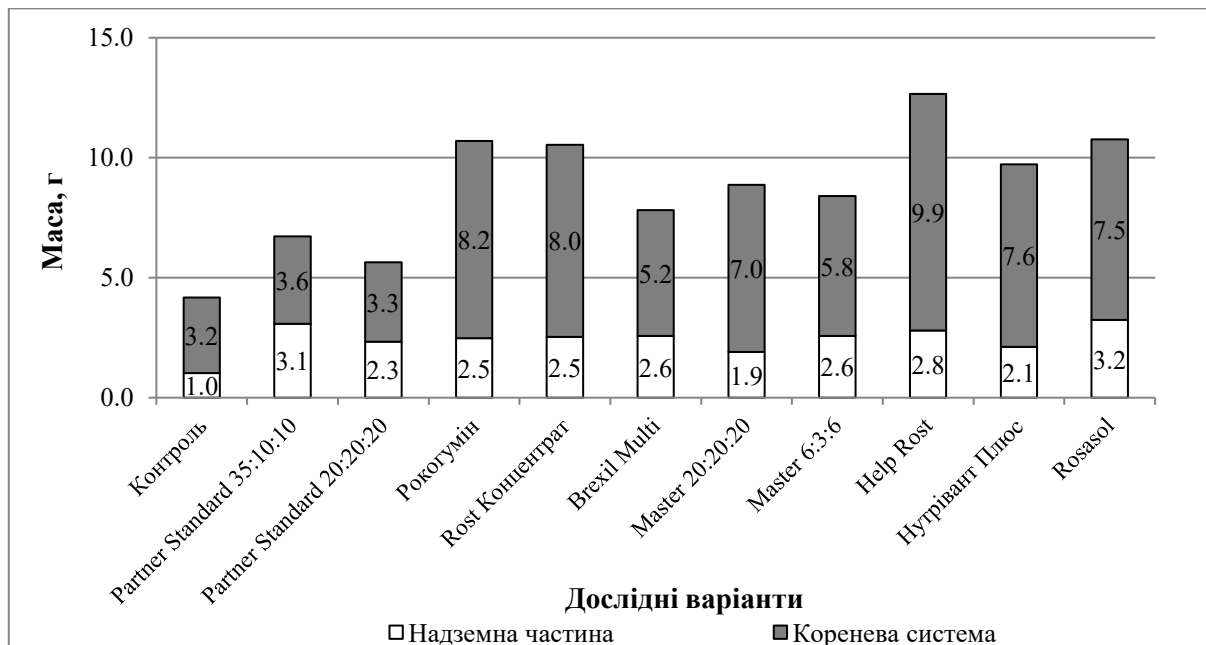


Рис. 1 – Маса однорічних сіянців дуба звичайного із закритою кореневою системою, вирощених із застосуванням добрив, у повітряно-сухому стані

Fig. 1 – Air-dry mass of one-year-old containerized English oak seedlings grown using fertilizers

Різниця за загальною масою сіянців між дослідними варіантами та контролем варіювала від 2,6 до 8,5 г. Найбільшу (12,7 г) середню масу сіянців зареєстровано у варіанті кореневого підживлення розчином добрива Help Rost у концентрації 3,5 мл·л⁻¹, а найменшу (6,7 г) – у варіанті кореневого підживлення розчином добрива Partner 35:10:10 у концентрації 3 г·л⁻¹.

Співвідношення мас кореневої системи й надземної частини сіянців (К/Н) варіювало від 1,2 у варіанті кореневого підживлення розчином добрива Partner 35:10:10 у концентрації 3 г·л⁻¹ до 3,7 у варіанті кореневого підживлення розчином добрива Master 20:20:20 у концентрації 2,5 г·л⁻¹ (рис. 2).

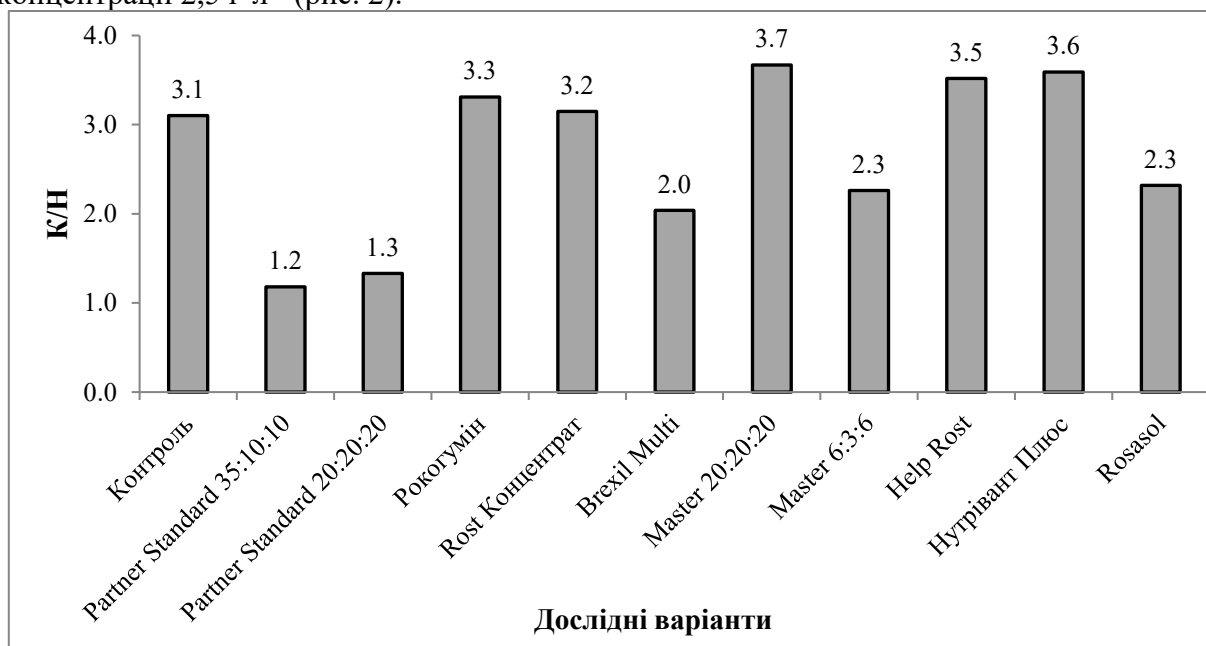


Рис. 2 – Співвідношення мас кореневої системи й надземної частини (К/Н) однорічних сіянців дуба звичайного із закритою кореневою системою, вирощених із застосуванням добрив

Fig. 2 – The mass ratio of the root and aboveground parts (K/H) of one-year-old containerized English oak seedlings grown using fertilizers

Частка стандартних однорічних сіянців дуба із ЗКС у всіх дослідних варіантах була більшою (86–100 %), ніж на контролі (82 %) (рис. 3). Крім того слід відзначити, що у варіантах із кореневим підживленням розчинами добрив Partner 35:10:10 і Partner 20:20:20 у концентрації 3 г·л⁻¹ всі сіянці виявилися стандартними.

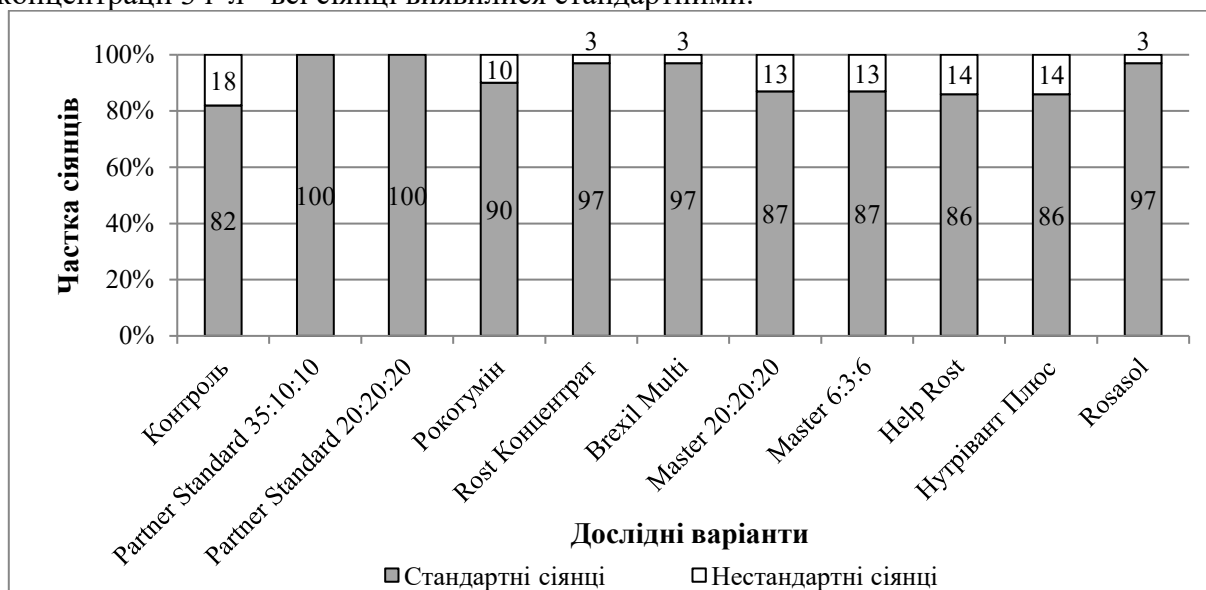


Рис. 3 – Частка стандартних однорічних сіянців дуба звичайного із закритою кореневою системою, вирощених із застосуванням добрив

Fig. 3 – The proportions of standard one-year-old containerized English oak seedlings grown using fertilizers

Стан вирощених сіянців на всіх дослідних варіантах і на контролі оцінено як «добрий» (рис. 4). Частка сіянців, уражених збудниками хвороб (борошнистою россою дуба (*Microsphaera alphitoides*)) є незначною (5–10 % від загальної кількості).



Рис. 4 – Загальний вигляд сіянців дуба звичайного із закритою кореневою системою, вирощених із застосуванням добрива Help Rost

Fig. 4 – Containerized English oak seedlings grown using Help Rost fertilizer

Обговорення. Біометричні показники сіянців (висота надземної частини, діаметр на рівні кореневої шийки), а також маса надземної частини та кореневої системи сіянців є важливими під час оцінювання їхнього розвитку та адаптації до нових умов росту (Andrusiak *et al.*, 2024).

Добрива, які ми випробовували під час дослідів, позитивно вплинули на біометричні показники сіянців, їхню масу та вихід стандартного садивного матеріалу дуба звичайного із ЗКС. Загалом сіянці, вирощені за дворазового кореневого (полив) або листового (обприскування) підживлення розчинами випробовуваних добрив, перевершували контроль (сіянці, вирощені без застосування добрив) за висотою надземної частини (до 45 %), за діаметром на рівні кореневої шийки (до 52 %), за масою надземної частини у повітряно-сухому стані (до 218 %), за масою кореневої системи (до 213 %) та за виходом стандартних сіянців (до 18 %). Відзначимо, що підживлення розчинами випробовуваних добрив суттєвіше вплинуло на діаметр кореневої шийки, ніж на висоту надземної частини сіянців.

Результати проведених досліджень цілком узгоджуються із результатами вітчизняних науковців (Ugarov *et al.*, 2012; Danylenko *et al.*, 2015; 2016; Vysotska *et al.*, 2022), які також відзначали позитивний вплив застосування органо-мінеральних добрив «Нітроамофоска», «Агролайф» та «Гумат калію», мікробних препаратів «Байкал ЕМ-1-У», «Азотобактерин», «Поліміксобактерин», «Ризобразин», «Біофіт» та «Хетомік» та комплексних добрив «Рокогумін», Master, Rost Концентрат, Partner Complete, Leanum та «Плантатор», у нормах, рекомендованих виробником препаратів, на біометричні показники, масу та вихід стандартних однорічних сіянців дуба звичайного із ЗКС.

Дані (Ugarov *et al.*, 2012) свідчать, що всі випробовувані в дослідженні добрива позитивно вплинули на показники росту й розвитку сіянців дуба. Так, у разі застосування органо-мінеральних добрив різниця з контролем (сіянцями, вирощеними без добрив) за висотою становила до 51 %, за діаметром кореневої шийки – до 56 %, за масою надземної частини до 168 % та за масою кореневої системи – до 100 %. У разі застосування мікробних препаратів, як свідчать результати досліджень (Ugarov *et al.*, 2012; Danylenko *et al.*, 2015) різниця за висотою становила до 29 %, за діаметром кореневої шийки – до 33 %, за масою надземної частини до 131 % та за масою кореневої системи – до 82 %. У разі застосування комплексних добрив за результатами досліджень (Danylenko *et al.*, 2016; Vysotska *et al.*, 2022) перевершення становили: за висотою – до 43 %, за діаметром кореневої шийки – до 26 %, за масою надземної частини та за масою кореневої системи – до 102 і 270 % відповідно.

У попередніх дослідженнях (Vysotska *et al.*, 2022) співвідношення мас кореневої і надземної частин однорічних сіянців дуба звичайного, вирощених у Південному лісництві ДП «Харківська ЛНДС» у 2021 р., були значно нижчими. Лише у п'яти дослідних варіантах із одинадцяти значення цього показника становило 2,0 і більше. Це пов'язане з використанням для підживлення інших видів добрив, а також із іншим умістом основних елементів живлення для рослин (N:P:K) у розчинах добрив, які використовували повторно.

В інших регіонах країни подібні дослідження є фрагментарними (Andrusiak *et al.*, 2024), проте також заслуговують на належну увагу. Зокрема, було відзначено позитивний вплив листового підживлення 0,1; 0,2 і 0,3% розчином рідкого органічного добрива «Вермібіомаг» у комплексі зі стимулятором росту рослин «Емістим-1» на висоту надземної частини та довжину кореневої системи однорічних сіянців дуба звичайного із ЗКС. Виявлено, що висота надземної частини однорічних сіянців дуба в дослідних варіантах, була більшою, ніж на контролі, на 20 % у разі трикратного оброблення та на 11 % у разі шести- та дев'ятикратного оброблення, а довжина кореневої системи – на 14 % більшою у разі трикратного оброблення та на 1 % більшою у разі дев'ятикратного оброблення. Науковцями зроблено висновок, що найефективнішим виявилось трикратне листове підживлення розчином добрива «Вермібіомаг» у комплексі із стимулятором росту «Емістим-1» упродовж місяця, що сприяло значному збільшенню біометричних показників сіянців дуба із ЗКС, як порівняти з контролем.

Більшість випробовуваних нами добрив раніше не використовували у системі заходів з інтенсифікації вирощування садивного матеріалу дуба звичайного із ЗКС, а тому проведені дослідження є надзвичайно актуальними.

Слід відзначити актуальність подібних досліджень і за кордоном, зокрема в Польщі. Так, результати досліджень (Rotowa *et al.*, 2023) свідчать, що діаметр на рівні кореневої шийки, довжина кореневої системи, середній діаметр та об'єм кореня збільшилися у досліді із застосуванням комплексного мінерального добрива пролонгованої дії «Осмокот» (Osmocote) під час вирощування сіянців дуба звичайного із ЗКС. Дослідження виявило добре сформовану кореневу систему сіянців; було зроблено висновок, що ці сіянці є цілком придатними для висаджування на лісокультурну площу. Результати проведених нами досліджень узгоджуються із результатами досліджень, також проведених у Польщі (Kormanek *et al.*, 2015) для сіянців дуба скельного (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.), а також із дослідженнями для інших лісових порід, вирощених у контейнерах, зокрема модрини японської (*Larix kaempferi* (Lamb.) Carr.) (Agathokleous *et al.*, 2023), бука лісового (*Fagus sylvatica* L.) (Rotowa *et al.*, 2025a), дуба білого (*Quercus alba* L.) (Tworkoski *et al.*, 1983), ялини європейської (*Picea abies* (L.) Karst.) (Banach *et al.*, 2020), сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) (Pająk *et al.*, 2022), сосни болотяної (*Pinus palustris* Miller) (South *et al.*, 2005).

Основним показником успішності вирощування сіянців, зокрема із закритою кореневою системою, є вихід стандартного садивного матеріалу. Згідно із розробленим в УкрНДІЛГА Національним стандартом України ДСТУ 9248:2023 «Сіянці дуба звичайного із закритою кореневою системою. Технічні умови» (*Containerized seedlings of English oak. Specifications*, 2023), сіянці дуба (вирощені в контейнерах із агроволокна), які характеризуються у віці одного року висотою надземної частини 25 см і більше, відповідають вимогам до стандартних.

Результати попередніх досліджень (Vysotska *et al.*, 2022) свідчать, що в дослідних варіантах частка стандартних сіянців становила 67–100 %. Переважна більшість дослідних варіантів за часткою вирощених стандартних сіянців дуба переважала контроль. Результати наших досліджень також свідчать про вищу частку вирощених стандартних сіянців дуба із ЗКС у разі застосування добрив (86–100 % у дослідних варіантах проти 82 % на контролі, де сіянці вирощували без застосування добрив).

Одним із основних завдань вирощування сіянців із ЗКС є забезпечення оптимальних умов для розвитку корневих систем і максимальне їхнє збереження під час створення лісових культур, що забезпечує високу приживлюваність та подальший інтенсивний ріст рослин. Водночас важливою характеристикою є співвідношення мас кореневої та надземної частин сіянців (Vysotska *et al.*, 2022). Високі значення цього показника можуть опосередковано свідчити про кращу приживлюваність сіянців із ЗКС у сухіших типах умов місцезростання (Danylenko *et al.*, 2021a).

У більшості дослідних варіантів співвідношення мас кореневої і надземної частин однорічних сіянців дуба звичайного були доволі високими – від 2,0 до 3,7. Лише у двох дослідних варіантах (кореневе підживлення розчинами добрив Partner 35:10:10 і Partner 20:20:20 у концентрації 3 г·л⁻¹) значення цього показника дорівнювало 1,2 і 1,3 відповідно. На нашу думку, це пов'язане із суттєвим впливом зазначених добрив на висоту надземної частини сіянців, а відповідно, і на масу, бо саме в цих варіантах зафіксовано одні з найвищих значень висоти надземної частини вирощених сіянців.

Наші результати повною мірою підтверджують результати інших досліджень, зокрема закордонних, і свідчать, що застосування добрив є перспективним заходом щодо інтенсифікації росту сіянців дуба звичайного із ЗКС. Тому увага фахівців до застосування різних видів добрив для отримання максимальної кількості високоякісного стандартного садивного матеріалу дуба звичайного із ЗКС для потреб лісовідновлення та лісорозведення зростає.

Висновки. Дворазове кореневе (полив) або листкове (обприскування) підживлення розчинами добрив Partner Standard, «Рокогумін», Rost Концентрат, Master, Help Rost, Brexil Multi, «Нутривант Плюс» та Rosasol у нормах, рекомендованих виробником препаратів, позитивно вплинуло на біометричні показники (висоту надземної частини та діаметр на рівні кореневої шийки), масу (надземної та кореневої системи) та вихід стандартних однорічних сіянців дуба із закритою кореневою системою, як порівняти із контролем (сіянцями, вирощеними без застосування добрив).

Різниця за висотою надземної частини сіянців становила від 18 до 45 %, за діаметром на рівні кореневої шийки – від 25 до 52 %, за масою надземної частини сіянців у повітряно-сухому стані – від 86 до 218 % та за масою кореневої системи – від 5 до 213 %.

Частка стандартних однорічних сіянців дуба із закритою кореневою системою у всіх дослідних варіантах була більшою (86–100 %), ніж на контролі (82 %).

Результати досліджень свідчать про доцільність застосування добрив Partner Standard, «Рокогумін», Rost Концентрат, Master, Help Rost, Brexil Multi, «Нутривант Плюс» та Rosasol у нормах, рекомендованих виробником препаратів, для інтенсифікації росту сіянців дуба звичайного із закритою кореневою системою під час їхнього вирощування в умовах відкритого ґрунту та подальшого використання вирощених рослин для потреб лісовідновлення й лісорозведення в регіоні досліджень.

Джерела фінансування. Статтю підготовлено авторами в межах виконання тем досліджень УкрНДЛГА (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

- Andrusiak, Yu., Sendonin, S., Puzrina, N., Boiko, O. and Boiko, H. (2024) 'Growth stimulant influence on biometric indicators of oak seedlings in the Bukovyna Sub-Carpathian region', *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science* 15(3), pp. 82–95 (in Ukrainian) <https://doi.org/10.31548/forest/3.2024.82>
- Agathokleous, E., Kitao, M., Komatsu, M., Tamai, Y., Harayama, H. and Koike, T. (2023) 'Single and combined effects of fertilization, ectomycorrhizal inoculation, and drought on container-grown Japanese larch seedlings', *Journal of Forestry Research*, 34, pp. 1077–1094. <https://doi.org/10.1007/s11676-022-01565-3>
- Banach, J., Małek, S., Kormanek, M. and Durło, G. (2020) 'Growth of *Fagus sylvatica* L. and *Picea abies* (L.) Karst. seedlings grown in Hiko containers in the first year after planting', *Sustainability*, 2020, 12, 7155. <https://doi.org/10.3390/su12177155>
- Containerized seedlings of English oak. Specifications. State standard of Ukraine 9248:2023 (2023). Valid from 1 April 2024. Kyiv: State Standard of Ukraine (in Ukrainian).
- Danylenko, O.M., Tarnopilskyi, P.B. and Gladun, H.B. (2015) 'Improvement of containerized oak seedlings cultivation technology', *Forestry and Forest Melioration*, 126, pp. 158–164. Available at: <https://forestry-forestmelioration.org.ua/index.php/journal/article/view/192> (Accessed: 15 July 2025) (in Ukrainian).
- Danylenko, O.M., Tarnopilskyi, P.B., Gladun, H.B., Gupal, V.V., Volkov, P.A., Kosatiy, D.M. and Samoylov, P.V. (2016) 'The use of "Rokohumin" for *Quercus robur* L. planting material growing', *Forestry and Forest Melioration*, 129, pp. 93–99 Available at: <https://forestry-forestmelioration.org.ua/index.php/journal/article/view/115> (Accessed: 15 July 2025) (in Ukrainian).
- Danylenko, O.M., Yushchyk, V.S., Rumiantsev, M.H. and Mostepaniuk, A.A. (2021a) '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 UNFU*, 31(1), pp. 26–29 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.36930/40310104>
- Danylenko, O.M., Vysotska, N.Yu., Tarnopilskyi, P.B. and Rumiantsev, M.H. (2021b) 'Influence of plant growth regulators on the growth and weight of English oak seedlings in the South-eastern Forest-Steppe in Ukraine', *Forestry and Forest Melioration*, 138, pp. 59–67 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.33220/1026-3365.138.2021.59>
- Kormanek, M., Banach, J. and Sowa, P. (2015) 'Effect of soil bulk density on forest tree seedlings', *International Agrophysics*, 29, pp. 67–74. <https://doi.org/10.1515/intag-2015-0003>
- Lialin, O.I. (2014) 'Growth of oak saplings in forest plantations established by ball-rooted seedlings', *Scientific Bulletin of UNFU*, 24(5), pp. 26–31 (in Ukrainian).

- Lukyanets, V., Rumiantsev, M., Kobets, O., Tarnopilska, O., Musienko, S., Obolonyk, I., Bondarenko, V. and Tarnopilskyi, P. (2022) 'Biometric characteristics and health state of English oak (*Quercus robur* L.) stands established using various stock types', *Agriculture and Forestry*, 68(3), pp. 119–132. <https://doi.org/10.17707/AgricultForest.68.3.10>
- Lukyanets, V.A., Rumiantsev, M.H., Musienko, S.I., Tarnopilska, O.M., Kobets, O.V., Bondarenko, V.V. and Yushchuk, V.S. (2023) 'Experience of artificial reforestation of oak stands using different methods and types of planting stock in the South-Eastern Forest-Steppe of Ukraine', *Scientific Bulletin of UNFU*, 33(1), pp. 7–13 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.36930/40330101>
- Pajak, K., Małek, S., Kormanek, M. and Banach, J. (2022) 'Effect of peat substrate compaction on growth parameters and root system morphology of Scots pine *Pinus sylvestris* L. seedlings', *Sylwan*, 166(8), pp. 537–550. <https://doi.org/10.26202/sylwan.2022062>
- 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 Slobzhansky 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).
- Rotowa, O.J., Małek, S., Banach, J. and Pach, M. (2023) 'Effect of different innovative substrate mediums on roots characterization of European beech *Fagus sylvatica* L. and Pedunculate oak *Quercus robur* L. seedlings', *Sylwan*, 167(9), pp. 535–548. <https://doi.org/10.26202/sylwan.2023075>
- Rotowa, O.J., Małek, S., Jasik, M. and Staszcz-Szlachta, K. (2025a) 'Effect of innovative peat-free organic growing media and fertilizer on nutrient allocation in pedunculate oak (*Quercus robur* L.) and European beech (*Fagus sylvatica* L.) seedlings', *New Forests*, 2025, 56, 17. <https://doi.org/10.1007/s11056-024-10079-1>
- Rotowa, O.J., Małek, S., Jasik, M. and Staszcz-Szlachta, K. (2025b) 'Substrate and Fertilization Used in the Nursery Influence Biomass and Nutrient Allocation in *Fagus sylvatica* and *Quercus robur* Seedlings After the First Year of Growth in a Newly Established Forest', *Forests*, 16, 511. <https://doi.org/10.3390/f16030511>
- Rumiantsev, M.H., Danylenko, O.M., Tarnopilskyi, P.B., Yushchuk, V.S., and Mostepaniuk, A.A. (2022) 'Influence of plant growth stimulants on biometric indicators and weight of one-year-old seedlings of English oak with a closed root system in the South-Eastern Forest-Steppe of Ukraine', *Scientific Bulletin of UNFU*, 32(1), pp. 13–19 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.36930/40320102>
- Rumiantsev, M.H., Danylenko, O.M., Tarnopilskyi, P.B., Yushchuk, V.S. and Mostepaniuk, A.A. (2023) 'Some features of the growth of English oak in experimental plantations planted in different dates in Kharkiv Forest Research Station with the containerized seedlings fertilized with different types of fertilizers', *Forestry and Forest Melioration*, 143, pp. 85–93 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.33220/1026-3365.143.2023.85>
- South, D.B., Harris, S.W., Barnett, J.P., Hains, M.J. and Gjerstad, D.H. (2005) 'Effect of container type and seedling size on survival and early height growth of *Pinus palustris* seedlings in Alabama, USA', *Forest Ecology and Management*, 204, pp. 385–398. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.09.016>
- Stanturf, J. A., Schweitzer, C. J. and Gardiner, E. S. (1998) 'Afforestation of marginal agricultural land in the Lower Mississippi River Alluvial Valley, U.S.A', *Silva Fennica*, 32(3), pp. 281–287.
- Tovstukha, O.V., Ignatenko, V.A., Tarnopilskyi, P.B. and Sotnikova, A.V. (2017) 'Experience of renewal of oak forests of Sumy region using various planting material of English oak (*Quercus robur* L.)', *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The series: Agronomy and Biology*, 9(34), pp. 92–101 (in Ukrainian).
- Tworowski, T.J., Burger, J.A., and Smith, D.W. (1983) 'Soil texture and bulk density affect early growth of white oak seedlings', *Tree Planters' Notes*, 34(2), pp. 22–25.
- Ugarov, V.M., Manoylo, V.A., Fateyev, V.V., Kravchuk, V.P. and Danilenko, O.M. (2012) 'Biometric parameters of *Quercus robur* L. seedlings with closed root system, depending on the mode of cultivation', *Forestry and Forest Melioration*, 121, pp. 129–133 (in Ukrainian).
- 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>
- Vysotska, N.Yu., Danylenko, O.M., Rumiantsev, M.H., Tarnopilskyi, P.B., Yushchuk, V.S., Mostepaniuk, A.A. and Reho, M.Z. (2022) 'Influence of multi-nutrient fertilizers on the growth, state and weight of one-year-old English oak seedlings in Kharkiv Forest Research Station', *Forestry and Forest Melioration*, 141, pp. 88–94 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.33220/1026-3365.141.2022.88>

EFFECTIVENESS OF FERTILIZER APPLICATION DURING CONTAINERIZED ENGLISH OAK SEEDLING CULTIVATION IN THE SOUTH-EASTERN FOREST-STEPPE OF UKRAINE

Rumiantsev M. H.^{1*}, Danylenko O. M.², Tarnopilskyi P. B.³, Yushchuk V. S.⁴

This article presents the results of a study on the effects of Partner Standart, Rokohumin, Rost Kонтсентрат, Master, Help Rost, Brexil Multi, Nutrivant Plus, and Rosasol fertilizer solutions – applied at manufacturer-recommended rates – on the biometric parameters, weight, and yield of standard one-year-old containerized English oak seedlings. Both root and foliar fertilization with these solutions positively influenced seedling biometric characteristics and biomass. Compared with the control cultivated without fertilizers, seedlings in the experimental treatments demonstrated increases of 18–45% in shoot height, 25–52% in root collar diameter, 86–218% in aboveground biomass, and 5–213% in root biomass. The proportion of standard seedlings was higher in all experimental treatments than in the control (86–100% vs. 82%). The research findings support the use of these fertilizers during the cultivation of containerized English oak seedlings and the subsequent use of such plants for reforestation and afforestation.

Key words: *Quercus robur* L., biometric characteristics, seedling biomass, standard seedlings, fertilization.

Дата надходження рукопису 21.07.2025

Дата прийняття до друку 22.10.2025

Дата публікації 29.12.2025

¹ Rumiantsev Maksym, PhD (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>

² 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>

³ Tarnopilskyi Petro, Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky, 86 Hryhoriia Skovorody Street, Kharkiv, 61024, Ukraine. E-mail: tarnopilsky@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8547-4843>

⁴ Yushchuk 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>

*Correspondence: maxrum-89@ukr.net