



М. Г. Румянцев<sup>1</sup>, О. М. Даниленко<sup>2</sup>, П. Б. Тарнопільський<sup>1</sup>, В. С. Ющик<sup>1</sup>, А. А. Мостепанюк<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Український орден "Знак Пошани" науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, м. Харків, Україна

<sup>2</sup> Державне підприємство "Харківська лісова науково-дослідна станція", с. Черкаська Лозова, Україна

## ВПЛИВ СТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН НА БІОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ ТА МАСУ ОДНОРІЧНИХ СІЯНЦІВ ДУБА ЗВИЧАЙНОГО ІЗ ЗАКРИТОЮ КОРЕНЕВОЮ СИСТЕМОЮ У ПІВДЕННО-СХІДНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Наведено результати досліджень впливу стимуляторів росту рослин на біометричні показники та масу однорічних сіянців дуба звичайного (*Quercus robur* L.) із закритою кореневою системою. Сіянци вирощено в контейнерах з агроволокна в умовах відкритого ґрунту. Склад субстрату для заповнення контейнерів – суміш темно-сірого середньо-суглинкового ґрунту і торфу у співвідношенні за об'ємом 3:1. Позитивний вплив на біометричні показники та масу однорічних сіянців дуба під час вирощування (трикратне підживлювання сіянців стимуляторами росту рослин упродовж вегетаційного періоду) відзначено у всіх дослідних варіантах. Різниця у варіантах із застосуванням стимуляторів росту рослин, порівняно з контролем за діаметром, становить в межах 13-24 %, або 0,4-0,9 мм, а за висотою – в межах 21-40 %, або відповідно 6,7-12,7 см. Достовірно перевищують контроль як за висотою, так і за діаметром всі дослідні варіанти. Відзначено, що на всіх дослідних варіантах за станом переважають сіянці другої категорії. Їхня частка, залежно від варіанта, змінюється в межах 45,5-63,3 % від загальної кількості. Середній індекс стану сіянців на контролі становить 11,9, а на дослідних варіантах він змінюється в межах 1,8-11,3. Найбільшу масу надземної частини середнього однорічного сіянцю дуба визначено у варіанті "Radifarm plus", вона становить 3,74 г і перевищує контроль на 50 %, а найменшу у варіанті "Megafol" – 3,00 г (20 %). Загальна маса сіянців становить 6,64-10,68 г. Найбільшою вона є у варіанті "Radifarm plus", а найменшою – на контролі. Найбільшу масу підземної частини (коріння) середнього однорічного сіянцю дуба виявлено у варіанті "Megafol", вона становить 7,41 г і перевищує контрольний показник на 79 %, а найменшу у варіанті "Стимовит TURBO" – 4,69 г (13 %). Найвищі значення співвідношення мас кореневої і надземної частин сіянців і частка маси коріння від загальної маси сіянців дуба у разі трикратного підживлення стимуляторами росту рослин зафіксовано у варіанті "Megafol" – відповідно 2,5 та 71,2 %. Результати проведених досліджень свідчать про доцільність застосування досліджуваних стимуляторів росту рослин під час вирощування сіянців дуба звичайного із закритою кореневою системою в умовах відкритого ґрунту та подальшого їхнього використання під час лісовідновлення й лісорозведення у Південно-Східному Лісостепу України.

**Ключові слова:** лісовідновлення; індекс санітарного стану; біометричні показники; контейнер з агроволокна; підживлення сіянців.

### Вступ / Introduction

Серед способів відтворення дубових лісів (природного, штучного або комбінованого) в умовах Лівобережного Лісостепу продовжує переважати штучний (створення лісових культур). Така тенденція зберігатиметься й надалі, що пов'язано із розбалансованістю вікової структури насаджень (переважання за площею насаджень VII-IX класів віку) та особливостями ведення лісового господарства. Через 30-40 років істотно збіль-

шиться площа ділянок, що потребуватимуть лісовідновлення, оскільки досягнуть віку стиглості насаджень, які були створені за минулі роки, особливо в післявоєнний час.

Успішність лісовідновлення багато в чому залежить від виду та якості садивного матеріалу. Останніми роками триває тенденція до збільшення обсягів вирощування садивного матеріалу із закритою кореневою системою (ЗКС), зокрема й дуба звичайного (*Quercus robur*

### Інформація про авторів:

**Румянцев Максим Григорович**, канд. с.-г. наук, ст. наук. співробітник, відділ лісовідновлення та захисного лісорозведення.

Email: maxrum-89@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0002-2245-2441>

**Даниленко Олег Миколайович**, мол. наук. співробітник. Email: dandik86@gmail.com

**Тарнопільський Петро Богданович**, ст. наук. співробітник, відділ лісовідновлення та захисного лісорозведення.

Email: tarnopilsky@ukr.net

**Ющик Віта Сергіївна**, аспірант, відділ лісовідновлення та захисного лісорозведення. Email: vitay2715@gmail.com;

<https://orcid.org/0000-0002-2472-3882>

**Мостепанюк Андрій Андрійович**, директор. Email: xlnds15@ukr.net

**Цитування за ДСТУ:** Румянцев М. Г., Даниленко О. М., Тарнопільський П. Б., Ющик В. С., Мостепанюк А. А. Вплив стимуляторів росту рослин на біометричні показники та масу однорічних сіянців дуба звичайного із закритою кореневою системою у Південно-Східному Лісостепу України. Науковий вісник НЛТУ України. 2022, т. 32, № 1. С. 13–19.

**Citation APA:** Rumiantsev, M. N., Danylenko, O. M., Tarnopilskyi, P. B., Yushchyk, V. S., & 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), 13–19. <https://doi.org/10.36930/40320102>

Л.), який в умовах Лівобережного Лісостепу є найпоширенішою головною лісотвірною породою. Насадження за його участі ростуть на площі 284 тис. га (46 % від загальної площі лісів) [26]. Щорічні обсяги лісовідновлення дубових насаджень на підприємствах, підпорядкованих Державному агентству лісових ресурсів України, в середньому сягають 6,3 тис. га на рік [7].

Багато дослідників [1, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 15, 18, 20, 21, 24, 25, 27, 29, 36, 37, 38, 40] відзначають низку переваг у вирощуванні садивного матеріалу із ЗКС та створенням ним на майбутнє лісових культур, зокрема забезпечується ефективне використання покращеного насіння (зібраного із об'єктів постійної лісонасінної бази); цілеспрямоване управління процесом росту завдяки легкодоступності внесення під кожен сіянець різних стимуляторів росту, добрив тощо для оптимізації співвідношення надземної та підземної їх частин; можливість вирощування впродовж вегетаційного періоду 2-3 ротаций високоякісного садивного матеріалу; продовження строків садіння лісових культур (можливе садіння впродовж усього вегетаційного періоду); можливість садіння сіянців, що відзначаються максимальною збереженістю кореневої системи; відсутність потреби в доповненні таких культур завдяки високій приживлюваності (на рівні 95-100 %) та успішній конкуренції із небажаною трав'яною та чагарниковою рослинністю в перші після садіння роки.

У багатьох країнах світу, зокрема й Україні, як засіб інтенсифікації вирощування сіянців активно застосовують стимулятори росту рослин, що істотно сприяють підвищенню стійкості рослин проти стресових факторів біотичної та абіотичної природи [2, 3, 9, 11, 13, 17, 19, 20, 34, 35, 36]. Особливо це актуально у період зростання посушливості клімату. Використання стимуляторів росту, незважаючи на доволі широке застосування в лісовому господарстві, ще істотно поступається сільськогосподарському виробництву. Це й зумовлює актуальність здійснених досліджень щодо впливу стимуляторів росту рослин на біометричні показники та масу сіянців дуба звичайного із ЗКС у Південно-Східному Лісостепу України.

*Об'єкт дослідження* – однорічні сіянці дуба звичайного із закритою кореневою системою.

*Предмет дослідження* – методи і засоби визначення біометричних показників і маси однорічних сіянців дуба звичайного із закритою кореневою системою, вирощених в умовах відкритого ґрунту, на теплично-розсадницькому відділенні селекційно-насінницького комплексу Південного лісництва державного підприємства "Харківська лісова науково-дослідна станція" (ДП "Харківська ЛНДС") із застосуванням трикратного їх підживлення різними стимуляторами росту рослин.

*Мета роботи* – оцінити вплив застосування трикратного підживлення однорічних сіянців дуба звичайного із закритою кореневою системою різними стимуляторами росту рослин на їх біометричні показники та масу в Південно-Східному Лісостепу України.

Для досягнення зазначеної мети визначено такі основні завдання дослідження: наприкінці вегетаційного періоду провести вимірювання біометричних показників (середні висота і діаметр на рівні кореневої шийки) сіянців із наступною фіксацією у польових картках обліку дослідів; визначити їх санітарний стан.

*Аналіз останніх досліджень та публікацій.* Застосування стимуляторів росту рослин набуло досить широкого використання в лісовому господарстві України під час вирощування сіянців хвойних порід. Їх застосовують вже близько 20 років у різних регіонах країни, про що свідчать численні публікації вітчизняних дослідників [12, 16, 20, 22, 34, 36, 39, 40], зокрема в межах Лівобережного Лісостепу [4, 7, 18, 23, 27, 28].

Вони встановили істотний їх вплив як на енергію проростання і схожість насіння [16, 20, 22, 23, 36, 39], так і на приживлюваність та біометричні показники саджанців хвойних порід до трирічного віку [4, 12, 20, 23, 28, 34, 36, 40] порівняно з контролем (без оброблення стимуляторами росту). Так, після оброблення насіння сосни препаратом "Емістим С" енергія проростання збільшилася на 30-50 % [22], а після оброблення препаратом "Триман-1" схожість підвищилася на 5-37 % [39]. Оброблення насіння ялини європейської препаратом "Триман-1" збільшило схожість на 21-26 %, "Агростимулін" – на 8 %, "Емістим С" – на 6 % та "Івін" – на 4 % [16]. Приживлюваність сіянців сосни збільшувалася на 10-20 % [4, 28], біометричні показники й маса сіянців та деяких їхніх органів і частин – в 1,3-5,0 раза [12, 20, 23, 34, 36, 40].

Для вирощування сіянців дуба звичайного застосування стимуляторів росту ще не набуло значного поширення. Свідченням цього є тільки поодинокі наукові праці із вивчення цього питання. Тому виконані дослідження щодо впливу стимуляторів росту рослин на біометричні показники та масу однорічних сіянців дуба звичайного із ЗКС у Південно-Східному Лісостепу України є надзвичайно актуальними.

*Матеріали та методи дослідження.* Дослідження ефективності впливу стимуляторів росту на ріст сіянців дуба звичайного із ЗКС проводили в умовах відкритого ґрунту на теплично-розсадницькому відділенні селекційно-насінницького комплексу Південного лісництва ДП "Харківська ЛНДС". Для вирощування сіянців дуба використовували циліндричні контейнери з агроволокна, що мали такі розміри: висота – 28 см, діаметр – 8 см, об'єм – 1407 см<sup>3</sup>. Склад субстрату для заповнення – суміш темно-сірого середньо-суглинкового ґрунту і торфу перехідного типу у співвідношенні за об'ємом 3:1. Дослідження проводили у 2021 році.

Хімічний аналіз зразків компонентів субстрату проведено в лабораторії лісового ґрунтознавства УкрНДЛГА ім. Г. М. Висоцького, що атестована для проведення вимірювань ДП "Харківський регіональний науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації" у сфері об'єктів та процесів системи вимірювань. Результати проведеного аналізу наведено у табл. 1 і 2.

Упродовж вегетаційного періоду проведено трикратне підживлення сіянців (перше – 10.06., друге – 07.07., третє – 10.08.) стимуляторами росту або шляхом обприскування, або поливу. Загалом закладено чотири дослідні варіанти із різними концентраціями і контрольний варіант – сіянці дуба, вирощені в контейнерах, зі складом субстрату ґрунт: торф у співвідношенні за об'ємом 3:1 без застосування стимуляторів росту.

Для підживлення сіянців дуба поливом використано такі стимулятори росту в нормах, що рекомендовані виробником "Аміностим" (30 мл/10 л води), "Стимовіт TURBO" (160 мл/10 л води), "Radifarm plus" (25 мл/10 л води), а шляхом обприскування "Megafol" (25 мл/10 л води).

**Табл. 1. Хімічний аналіз ґрунту для вирощування сіянців дуба із закритою кореневою системою /  
Chemical analysis of soil for cultivation of oak seedlings with a closed root system**

| Глибина відбору ґрунту, см | Вміст часток різних розмірів, % |          | рН водний<br>рН сольовий | Гумус, % | N               | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
|----------------------------|---------------------------------|----------|--------------------------|----------|-----------------|-------------------------------|------------------|
|                            | >0,01 мм                        | <0,01 мм |                          |          | (за Тюріним)    | (за Чиріковим)                | (за Чиріковим)   |
| 5-20                       | 28,76                           | 71,24    | 8,50<br>7,55             | 1,26     | мг/100 г ґрунту |                               |                  |
|                            |                                 |          |                          |          | 2,93            | 19,95                         | 13,65            |

**Табл. 2. Хімічний аналіз торфу для вирощування сіянців дуба із закритою кореневою системою /  
Chemical analysis of peat for cultivation of oak seedlings with a closed root system**

| Вологість, % | Вміст часток різних розмірів, % |          | рН водний | Гумус, % | N               | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
|--------------|---------------------------------|----------|-----------|----------|-----------------|-------------------------------|------------------|
|              | >0,01 мм                        | <0,01 мм |           |          | (за Тюріним)    | (за Чиріковим)                | (за Чиріковим)   |
| 38,33        | 9,26                            | 90,74    | 5,80      | 44,11    | мг/100 г ґрунту |                               |                  |
|              |                                 |          |           |          | 51,69           | 17,51                         | 8,76             |

У кожному варіанті використано по 90 л розчину – для трикратного підживлення шляхом поливу і 30 л розчину – для трикратного підживлення шляхом обприскування. У кожному із дослідних варіантів було вирощено по 500 сіянців дуба (усього 2,0 тис. шт.) без урахування контрольного варіанта.

Ефективність застосування стимуляторів росту під час вирощування сіянців дуба оцінювали за їхніми біометричними показниками, масою та станом. Для цього у 30 сіянців кожного варіанта відмивали коріння від залишків ґрунту, вимірювали висоту сіянців (см), діаметр кореневої шийки (мм), визначали масу (г) надземної та підземної (коріння) частин у повітряно-сухому стані. Повітряно-суху масу визначали після висушування зразків у лабораторній шафі впродовж 24 год за температури 105°C до постійної маси.

Стан сіянців дуба із ЗКС оцінювали візуально за бальною шкалою, що включала в себе п'ять категорій (за ступенем пошкодження борошнистою росою): I ка-

тегорія – здорові (без видимих ознак пошкодження); II категорія – ослаблені (деякі ознаки пошкодження); III категорія – сильно ослаблені (пошкодження в межах 30-50 %); IV категорія – всихаючі (пошкодження в межах 50-70 %); V категорія – сухі (пошкодження понад 70 %). Отримані дані обробляли методами математичної статистики [14] за допомогою пакету програм *MS Excel*. Достовірність різниці між контролем і дослідними варіантами перевіряли на 5 і 1 % рівнях значущості.

## Результати дослідження та їх обговорення / Research results and their discussion

Результати проведених досліджень щодо вирощування сіянців дуба в контейнерах з агроволокна свідчать, що значення висоти і діаметра кореневої шийки однорічних сіянців істотно збільшилися у варіантах, де проведено їх кореневе (шляхом поливу) та позакореневе (шляхом обприскування) підживлення стимуляторами росту рослин (табл. 3).

**Табл. 3. Вплив трикратного підживлення стимуляторами росту рослин на середні висоту та діаметр сіянців дуба /  
The effect of triple feeding with plant growth stimulants on the average height and diameter of oak seedlings**

| Варіант дослідження (концентрація)  | Висота (H), см        |               |            | Діаметр (d), мм      |               |            |
|-------------------------------------|-----------------------|---------------|------------|----------------------|---------------|------------|
|                                     | $M^{\pm m}$           | % до контролю | $t_{\phi}$ | $M^{\pm m}$          | % до контролю | $t_{\phi}$ |
| Контроль                            | 31,7 <sup>±1,02</sup> | 100           | –          | 3,8 <sup>±0,07</sup> | 100           | –          |
| "Аміностим" (30 мл/10 л води)       | 38,4 <sup>±1,05</sup> | 121           | 4,59       | 4,3 <sup>±0,08</sup> | 113           | 4,32       |
| "Стимовіт TURBO" (160 мл/10 л води) | 40,3 <sup>±1,06</sup> | 127           | 5,84       | 4,4 <sup>±0,08</sup> | 116           | 5,38       |
| "Radifarm plus" (25 мл/10 л води)   | 43,0 <sup>±1,31</sup> | 136           | 6,82       | 4,4 <sup>±0,1</sup>  | 116           | 4,66       |
| "Megafol" (25 мл/10 л води)         | 44,4 <sup>±0,88</sup> | 140           | 9,44       | 4,7 <sup>±0,13</sup> | 124           | 5,93       |

Примітка:  $M^{\pm m}$  – середнє значення вимірюваного показника та його стандартне відхилення;  $t_{\phi}$  –  $t$ -критерій Ст'юдента, % (перевищення вимірюваного показника проти контролю у відсотках) ( $t_{0,01} = 2,69$ ;  $t_{0,05} = 2,01$ ).

Різниця у варіантах із застосуванням стимуляторів росту рослин порівняно з контролем за діаметром становить в межах 13-24 %, або 0,4-0,9 мм відповідно. Істотніше трикратне підживлення сіянців досліджуваними стимуляторами вплинуло на абсолютні значення висоти сіянців. Так, різниця у варіантах із застосуванням стимуляторів росту рослин порівняно з контролем за висотою у відносних показниках становить в межах 21-40 %, а в абсолютних показниках – відповідно 6,7-12,7 см. Достовірно перевищують контроль як за висотою, так і за діаметром всі дослідні варіанти.

Частка сіянців I категорії (здорові) на контролі становить 4,5 %, II (ослаблені) – 20,5 %, III (сильно ослаблені із ступенем пошкодження борошнистою росою в межах 30-50 %) – 56,8 %, IV (всихаючі із ступенем пошкодження борошнистою росою в межах 51-70 %) – 13,6 % та V (всихаючі із ступенем пошкодження борошнистою росою понад 71 %) – 4,5 % від загальної кількості (табл. 4).

Відзначено, що на всіх дослідних варіантах переважають сіянці II категорії. Їхня частка, залежно від варі-

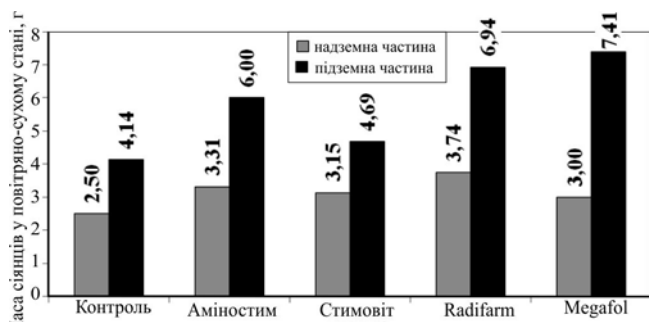
анта, змінюється в межах 45,5-63,3 % від загальної кількості. Частка сіянців I категорії на дослідному варіанті "Аміностим" становить 11,4 %, на варіанті "Стимовіт TURBO" – 27,3 %, на варіанті "Radifarm plus" – 26,7 % і на варіанті "Megafol" – 23,3 % від загальної кількості, а III категорії – відповідно 27,3 %, 20,5 %, 10,0 % та 16,7 %. Окрім цього, на варіантах "Аміностим" і "Стимовіт TURBO" обліковано сіянці, що належать до III категорії стану, їхня частка становить відповідно 4,5 і 6,8 % від загальної кількості. Середній індекс стану сіянців на контролі становить II,9, а на всіх дослідних варіантах він є значно кращим – II,3 (варіант – "Аміностим"), II,1 (варіант – "Стимовіт TURBO"), I,8 (варіант – "Radifarm plus") і I,9 (варіант – "Megafol").

Найбільшу масу надземної частини середнього однорічного сіянцю дуба визначено у варіанті "Radifarm plus", вона становить 3,74 г і перевищує контроль на 50 %; дещо меншими є маси сіянців у варіантах "Аміностим", "Стимовіт TURBO" і "Megafol" – відповідно 3,31 г (32 %), 3,15 г (26 %) і 3,00 г (20 %) (рис. 1). Загальна маса сіянців становить 6,64-10,68 г. Найбільшою

вона є у варіанті "Radifarm plus", а найменшою – на контролі.

**Табл. 4. Розподіл сіянців дуба за категоріями санітарного стану / The distribution of oak seedlings by the category of sanitary index**

| Варіант дослідження (концентрація)  | Розподіл сіянців дуба за категоріями стану, % |      |      |      |     |                |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------|------|------|------|-----|----------------|
|                                     | I                                             | II   | III  | IV   | V   | I <sup>c</sup> |
| Контроль                            | 4,5                                           | 20,5 | 56,8 | 13,6 | 4,5 | II,9           |
| "Аміностим" (30 мл/10 л води)       | 11,4                                          | 56,8 | 27,3 | 4,5  | –   | II,3           |
| "Стимовіт TURBO" (160 мл/10 л води) | 27,3                                          | 45,5 | 20,5 | 6,8  | –   | II,1           |
| "Radifarm plus" (25 мл/10 л води)   | 26,7                                          | 63,3 | 10,0 | –    | –   | I,8            |
| "Megafof" (25 мл/10 л води)         | 23,3                                          | 60,0 | 16,7 | –    | –   | I,9            |



**Рис. 1. Маса середнього однорічного сіянцю дуба із закритою кореневою системою у разі трикратного підживлення стимуляторами росту рослин / The weight of an average one-year-old oak seedling with a closed root system in the case of triple feedings with plant growth stimulants**

Найбільшу масу підземної частини (коріння) середнього сіянцю дуба із ЗКС виявлено у варіанті "Megafof", вона становить 7,41 г і перевищує контрольний показник на 79 %; дещо меншою є маса коренів сіянцю у варіанті "Radifarm plus" – 6,94 г (68 %). У варіантах "Аміностим" і "Стимовіт TURBO" маса коренів становить відповідно 6,00 г (45 %) і 4,69 г (13 %).

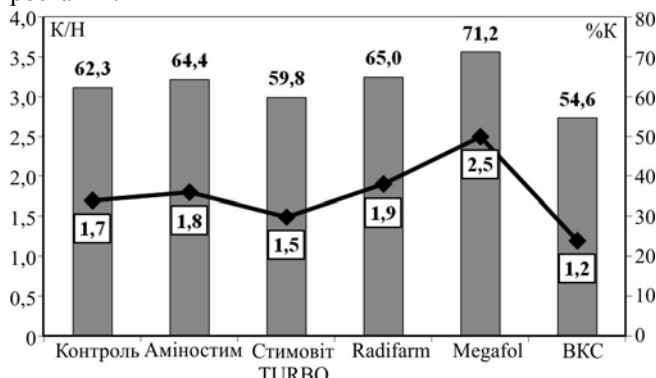
Результати проведених досліджень свідчать про істотне збільшення біометричних показників і значно кращий санітарний стан під час вирощування сіянців дуба із застосуванням трикратного підживлення різними стимуляторами росту рослин.

Проте одним із основних завдань вирощування сіянців із ЗКС є забезпечення оптимальних умов для розвитку кореневих систем і максимальне їхнє збереження під час створення лісових культур, що забезпечує високу приживлюваність та подальший інтенсивний ріст. Важливою характеристикою є співвідношення мас кореневої (К) і надземної (Н) частин сіянців (К/Н) та частка маси кореневої системи відносно загальної маси сіянцю (% К).

Найвищі значення співвідношення мас кореневої і надземної частин сіянців і частка маси коріння від загальної маси сіянців дуба у разі трикратного підживлення стимуляторами росту рослин зафіксовано у варіанті "Megafof" – відповідно 2,5 та 71,2 % (рис. 2).

Дещо нижчими є їх значення у варіанті "Radifarm plus" і "Аміностим" – відповідно 1,9 і 65,0 % та 1,8 і 64,4 %, а на контролі – 1,7 та 62,3 %. У цьому ж році також було досліджено сіянці дуба із відкритою кореневою системою (ВКС), зокрема визначено масу сіянців. Співвідношення К/Н для сіянців із ВКС було наймен-

шим і становило 1,2, тоді як у всіх варіантах із ЗКС воно становило 1,5 і вище. Також у сіянців дуба із ВКС найнижчим було співвідношення маси коріння від загальної маси сіянців – 54,6 %, що свідчить про переваги сіянців із ЗКС. Високі значення характеристик сіянців (К/Н та % К) можуть опосередковано свідчити про кращу приживлюваність у більш сухих типах умов місцезростання.



**Рис. 2. Співвідношення мас кореневої і надземної частин сіянців і частка маси коріння від загальної маси сіянців дуба із закритою кореневою системою у разі трикратного підживлення стимуляторами росту рослин / The ratio of the weight of the root and aboveground parts of seedlings and the proportion of root weight of the total weight of oak seedlings with a closed root system in the case of three feedings with plant growth stimulants**

Загалом результати проведених досліджень свідчать про доцільність застосування досліджуваних стимуляторів росту рослин для інтенсифікації росту під час вирощування сіянців дуба звичайного із закритою кореневою системою в умовах відкритого ґрунту та подальшого їхнього використання під час лісовідновлення й лісорозведення.

**Обговорення результатів дослідження.** Результати аналізу останніх досліджень та публікацій щодо впливу стимуляторів росту рослин на біометричні показники та масу однорічних сіянців дуба звичайного із закритою кореневою системою свідчать, що це питання є недостатньо висвітленим у наукових працях. Деякі дослідники [30, 31, 32, 33] для умов південно-східної частини Лівобережного Лісостепу (Харківська область) дослідили вплив передвисівного намочування жолудів у водних розчинах з різними стимуляторами росту рослин ("Агостимулін", "Чаркор", "Триман-1", "Фумар") у різних концентраціях на біометричні показники та масу однорічних сіянців дуба із відкритою кореневою системою (ВКС). Відзначено, що в разі передвисівного намочування жолудів найефективнішими виявилися варіанти використання стимуляторів "Агостимулін" у концентрації 8 мл·л<sup>-1</sup>, "Чаркор" (4 мл·л<sup>-1</sup>), "Триман-1" (200 мг·л<sup>-1</sup>). Стимулятори росту рослин у цих концентраціях більшою мірою сприяли росту маси надземної частини й коріння, ніж висоти сіянців і діаметра кореневої шийки. Загалом, залежно від концентрації, маса надземної частини сіянців дуба перевищувала контроль (без стимуляторів росту) на 28-62 %, коріння – 36-47 %, а висота й діаметр кореневої шийки – на 1-14 та 3-19 % відповідно.

Результати попередніх досліджень [7] свідчать, що під час передвисівного намочування жолудів у таких самих стимуляторах найефективнішими виявилися варіанти використання "Агостимулін" у концентрації 8

мл·л<sup>-1</sup>, "Чаркор" – 4 мл·л<sup>-1</sup> і "Триман-1" – 150 мг·л<sup>-1</sup>. Зазначені концентрації є близькими до концентрацій розчинів, що рекомендовані виробником. Регулятори росту рослин у наведених концентраціях сприяли інтенсивнішому збільшенню маси надземної частини й коріння, ніж висоти та діаметра кореневої шийки сіянців дуба із ЗКС. Так, маса надземної частини перевищувала контроль на 24-29 %, підземної частини (коріння) – на 26-49 %, а висота й діаметр кореневої шийки – на 22-25 та 21-25 % відповідно.

Найбільший позитивний вплив під час вирощування (трикратне підживлювання сіянців стимуляторами росту упродовж вегетаційного періоду) сіянців дуба із ЗКС відзначено у варіантах, де застосовували "Megafof" у концентрації 1 мл·л<sup>-1</sup> та "Radifarm plus" – 2,5 мл·л<sup>-1</sup>.

У нашому дослідженні позитивний вплив на біометричні показники та масу однорічних сіянців дуба під час вирощування (трикратне підживлювання сіянців стимуляторами росту рослин упродовж вегетаційного періоду) відзначено у всіх дослідних варіантах ("Аміностим" (30 мл/10 л води), "Стимовім TURBO" (160 мл/10 л води), "Radifarm plus" (25 мл/10 л води), "Megafof" (25 мл/10 л води)). Достовірно перевищують контроль, як за висотою, так і за діаметром, всі дослідні варіанти. Результати проведених досліджень свідчать про доцільність застосування досліджуваних стимуляторів росту рослин під час вирощування сіянців дуба звичайного із ЗКС в умовах відкритого ґрунту в південно-східній частині Лівобережного Лісостепу.

Отже, за результатами виконаної роботи можна сформулювати таку наукову новизну та практичну значущість результатів дослідження.

Наукова новизна отриманих результатів дослідження – для умов південно-східної частини Лівобережного Лісостепу отримано нові дані біометричних показників і маси однорічних сіянців дуба звичайного із закритою кореневою системою, вирощених в умовах відкритого ґрунту із застосуванням трикратного підживлення різними стимуляторами росту рослин.

Практична значущість результатів дослідження – результати проведених досліджень свідчать про доцільність застосування досліджуваних стимуляторів росту рослин під час вирощування сіянців дуба звичайного із закритою кореневою системою в умовах відкритого ґрунту для подальшого їх використання під час лісовідновлення й лісорозведення в Південно-Східному Лісостепу України.

## Висновок / Conclusions

Трикратне кореневе та позакореневе підживлення однорічних сіянців дуба із закритою кореневою системою стимуляторами росту рослин "Аміностим", "Стимовім TURBO", "Radifarm plus", "Megafof" у нормах, що рекомендовані виробником, позитивно вплинуло на їх біометричні показники та санітарний стан порівняно із контролем (сіянці, вирощені без застосування стимуляторів). Так, різниця за діаметром на рівні кореневої шийки становила в межах 13-24 %, а за висотою – 21-40 %.

Середній індекс стану сіянців на контролі становить II,9, а на всіх дослідних варіантах він є кращим – II,3 (варіант – "Аміностим"), II,1 (варіант – "Стимовім TURBO"), I,8 (варіант – "Radifarm plus") і I,9 (варіант – "Megafof").

Найбільшу масу надземної частини середнього однорічного сіянця дуба у повітряно-сухому стані визначено у варіанті "Radifarm plus", вона становить 3,74 г і перевищує контроль на 50 %, а найменшу у варіанті "Megafof" – 3,00 г (20 %). Найбільшу масу підземної частини (коріння) виявлено у варіанті "Megafof", вона становить 7,41 г і перевищує контрольний показник на 79 %; а найменшу у варіанті "Стимовім TURBO" – 4,69 г (13 %). Загальна маса сіянців становить у межах 6,64-10,68 г.

Результати проведених досліджень свідчать про доцільність застосування досліджуваних стимуляторів росту рослин для інтенсифікації росту сіянців дуба звичайного із закритою кореневою системою в умовах відкритого ґрунту та подальшого їхнього використання під час лісовідновлення й лісорозведення.

## References

1. Andreeva, O. Yu., Huzii, A. I., & Karchevskiy, R. A. (2016). Some parameters of pine growth in plantations created with potted planting material. *Scientific Bulletin of UNFU*, 26(3), 9–14. <https://doi.org/10.15421/40260301>
2. Benítez, G. I., Dueñas, L. A. K., Martínez, M. E., et al. (2020). Identification and quantification of plant growth regulators and antioxidant compounds in aqueous extracts of *Padina durvillaei* and *Ulva lactuca*. *Agronomy*, 10(6), 866. <https://doi.org/10.3390/agronomy10060866>
3. Bhatla, S. C. (2018). Plant growth regulators: An overview. In: *Plant Physiology, Development and Metabolism*. Singapore, Springer, 559–568. [https://doi.org/10.1007/978-981-13-2023-1\\_14](https://doi.org/10.1007/978-981-13-2023-1_14)
4. Borysova, V. V. (2008). Influence of sprout treatment with preparation "Athlete" on development of *Pinus sylvestris* L. seedlings and their further growth in plantations. *Forestry and Forest Melioration*, 112, 159–164. [In Ukrainian].
5. Brodovych, R. I., Katsuliak, Yu. D., & Brodovych, Yu. R. (2001). Experience of cultivation and efficiency of coniferous seedlings with the closed rooted system use. *Forestry and Forest Melioration*, 100, 81–86. [In Ukrainian].
6. Chernobrovkina, N. P., Tshernychenko, O. V., Egorova, A. V., Zaitseva, M. I., & Robonen, E. V. (2016). Modern technologies growing planting material of coniferous species and ways to improve them. *Forestry Bulletin*, 6, 6–14. [In Russian].
7. Danylenko, O. M., Vysotska, N. Yu., Tamopilskyi, P. B., & Rumiantsev, M. N. (2021). 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, 59–67. <https://doi.org/10.33220/1026-3365.138.2021.59>
8. Danylenko, O. M., Yushchik, V. S., Rumiantsev, M. N., & Mostepaniuk, A. A. (2021). Some features of the growth and condition of pine plantations created by different planting material in the South-eastern Forest-steppe of Ukraine. *Scientific Bulletin of UNFU*, 31(1), 26–29. <https://doi.org/10.36930/40310104>
9. Fahad, S., Hussain, S., Saud, S., et al. (2016). Exogenously applied plant growth regulators enhance the morpho-physiological growth and yield of rice under high temperature. *Frontiers in Plant Science*, 7, 1250. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01250>
10. Gupal, V. V. (2016). Growing of containerized oak seedlings using substrates of different composition. *Forestry and Forest Melioration*, 128, 100–103. [In Ukrainian].
11. Horbas, S. M. (2019). The influence of plant growth regulators on black currant reproduction (*Ribes nigrum* L.). *Taurian Scientific Bulletin*, 109(1), 22–26. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.109-1.4>
12. Hudyma, V. M., Sholonkevich, I. M., & Lysenko, M. O. (2014). The effect of the European spruce seeds treatment by systemic effect chemicals on subsequent growth of its seedlings. *Scientific Bulletin of UNFU*, 24(3), 33–37. [In Ukrainian].

13. Jaillais, Y., & Chory, J. (2010). Unraveling the paradoxes of plant hormone signaling integration. *Nature Structural & Molecular Biology*, 17, 642–645. <https://doi.org/10.1038/nsmb0610-642>
14. Lapach, S. N., Chubenco, A. V., & Babych, P. N. (2001). Statistical methods in biomedical research using Excel. Kyiv, Morion, 408 p. [In Russian].
15. Lialin, O. I., Tarnopilska, O. M., Tkach, L. I., Musienko, S. I., & Bondarenko, V. V. (2020). Germination, survival rate and health of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) grown in containers. *Scientific Bulletin of UNFU*, 30(2), 44–48. <https://doi.org/10.36930/40300208>
16. Matsiakh, I. P., Kramarets, V. O., & Gut, R. T. (2012). The influence of growth stimulants of seed germination of European spruce. *Scientific Bulletin of UNFU*, 22(5), 34–38. [In Ukrainian].
17. Neill, E. M., Byrd, M. C. R., Billman, T., et al. (2019). Plant growth regulators interact with elevated temperature to alter heat stress signaling via the Unfolded Protein Response in maize. *Scientific Reports*, 9, 10392. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-46839-9>
18. Popov, O. F. (2008). Intensification of growing pine planting material in the south of the Left-Bank Forest-Steppe. Extended abstract of PhD thesis. Kharkiv, 22 p. [In Ukrainian].
19. Rademacher, W. (2015). Plant growth regulators: backgrounds and uses in plant production. *Journal of Plant Growth Regulation*, 34, 845–872. <https://doi.org/10.1007/s00344-015-9541-6>
20. Savuschyk, M. P., Khromulyak, O. I., Shlonchak, G. A., & Yashchuk, I. V. (2020). Influence of plant growth regulators on growth of Scots pine seedlings in open ground (in Kyiv forest research station). *Forestry and Forest Melioration*, 136, 78–82. <https://doi.org/10.33220/1026-3365.136.2020.78>
21. Shirnin, V. K., Kostrikin, V. A., Shimina, L. V., & Kryukova, S. A. (2017). English oak reforestation by ball-rooted seedlings. *Forestry journal*, 2, 32–41. <https://doi.org/10.17238/issn0536-1036.2017.2.32>
22. Siryk, V. V., Veshytsky, V. A., & Mokrynsky, V. M. (2006). Influence of some biologically active substances on growth and development of seedlings of Scots pine. *Scientific Herald of NULES of Ukraine*, 4(5), 1–8. [In Ukrainian].
23. Taranenko, Yu. M. (2015). Growth and condition of pine plantations, created by the planting material grown using plant growth regulators. *Forestry and Forest Melioration*, 127, 131–138. [In Ukrainian].
24. Tarnopilskyi, P. B., Danylenko, O. M., Gupal, V. V., Mostepanuk, A. A., & Gladun, G. B. (2016). English oak forest plantations creating experience with the use of containerized seedlings in forest enterprise "Kharkivska forest research station". *Forestry and Forest Melioration*, 128, 89–99. [In Ukrainian].
25. Tarnopilskyi, P. B., Tovstuha, O. V., Ignatenko, V. A., & Sotnikova, A. V. (2019). Growth and development of crowns and closure of quercus robur l. stands planted with various types of planting material. *Forestry and Forest Melioration*, 134, 47–56. <https://doi.org/10.33220/1026-3365.134.2019.47>
26. Tkach, V., Rumiantsev, M., Kobets, O., Lukyanets, V., & Musienko, S. (2019). Ukrainian plain oak forests and their natural regeneration. *Forestry Studies*, 71, 17–29. <https://doi.org/10.2478/fsmu-2019-0010>
27. Ugarov, V. N., Borisova, V. V., & Popov, A. F. (2005). The use of the Baikal EM-1-U product for cultivation of Scots pine seedlings. *Hope of the Planet*, 3, 3–6. [In Russian].
28. Vedmid, M. M. (2001). Application of new plant growth regulators and water-soluble polymers during the creation of Scots pine plantations. *Scientific Herald of NULES of Ukraine*, 39, 209–217. [In Ukrainian].
29. Vedmid, M. M., & Demchenko, O. G. (2004). Survival and growth of *Pinus sylvestris* L. plantations at seedling roots treatment before planting by growth regulators. *Scientific Bulletin of UNFU*, 14(8), 421–425. [In Ukrainian].
30. Vedmid, M. M., & Yatsenko, S. V. (2002). The use of plant growth regulators in the cultivation of seedlings of pedunculate oak. *The Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Series: Soil Science, Farming, Forestry, Ecology of Soil*, 2, 142–146. [In Ukrainian].
31. Vedmid, M. M., & Yatsenko, S. V. (2008). The influence of stimulant growth and preparation of soil methods on growth of English oak plantations, which were created by different age seedlings. *Scientific Bulletin of UNFU*, 18(11), 92–97. [In Ukrainian].
32. Vedmid, M. M., Uharov, V. M., & Yatsenko, S. V. (2009). Influence of plant growth regulators on the growth of oak seedlings in the nursery. *Scientific Herald of NULES of Ukraine*, 135, 153–158. [In Ukrainian].
33. Vedmid, M. M., Yatsenko, S. V., & Popov, O. F. (2002). Application of plant growth regulators in the process of seedlings growing and in the creation of planted forest. *Scientific Bulletin of UNFU*, 12(4), 240–245. [In Ukrainian].
34. Veshchytsky, V. A., Dulnev, P. G., & Siryk, V. V. (2006). Application problems of plant growth regulators at cultivation of planting material of wood species. *Scientific reports of NAU*, 4(5). [In Ukrainian].
35. Xu, C. S., Jiang, Z., Shen, W., & Zou, S. H. (2018). Toxicological characteristics of plant growth regulators and their impact on male reproductive health. *National journal of andrology*, 24(4), 370–375.
36. Yashchuk, I. V., & Shlonchak, G. A. (2019). Experience incultivating Scots pine seedlings using plant growth regulators in the Klavdiyevske Forestry Enterprise. *Forestry and Forest Melioration*, 134, 43–46. <https://doi.org/10.33220/1026-3365.134.2019.43>
37. Yavorovskiy, P. P., & Segeda, Yu. Yu. (2017). Forming of rootages of pedunculate oak plants in forest cultures using various methods of forest renewal in state enterprise "Smila forestry". *Scientific Bulletin of UNFU*, 27(5), 51–54. <https://doi.org/10.15421/40270510>
38. Yavorovskiy, P. P., & Segeda, Yu. Yu. (2015). Creation of forest plantations with common oak planting material grown in nurseries with a closed root system. *Forestry and horticulture*, 7, 11–19. [In Ukrainian].
39. Yavorovskyy, P. P. (2004). Improving agricultural techniques for growing planting material of ornamental plants. Extended abstract of PhD thesis. Kyiv, 20 p. [In Ukrainian].
40. Zibtseva, O. V., Yashchuk, I. V., & Savych, N. V. (2012). Testing of EM technology during the cultivation of seedlings of Scots pine. *Scientific Herald of NULES of Ukraine*, 171(2), 135–138. [In Ukrainian].

**M. N. Rumiantsev<sup>1</sup>, O. M. Danylenko<sup>2</sup>, P. B. Tarnopilskyi<sup>1</sup>, V. S. Yushchyk<sup>1</sup>, A. A. Mostepaniuk<sup>2</sup>**

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

<sup>2</sup> State Enterprise "Kharkivska Forest Research Station", Cherkaska Lozova, Ukraine

## 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

The success of reforestation depends on the type and quality of planting material. In recent years, there has been a tendency to increase the volume of planting material with a closed root system, including English oak (*Quercus robur* L.), which ensures the rational use of improved seeds, reducing the time of growing seedlings, etc. The use of planting material with a closed root system for reforestation and protective afforestation is a promising area, as evidenced by the interest in it as researchers and forest practitioners. The paper presents some results of researches of influence of plant growth stimulants on biometric state index and weight of one-year-old seedlings.

ar-old seedlings of English oak with a closed root system. Seedlings are grown in agrofiber containers in open ground. The composition of the substrate for filling containers is a mixture of medium loamy soil and peat in a ratio of 3:1. Triple root (by watering) and foliar (by spraying) feeding of one-year-old oak seedlings with closed root system with plant growth stimulants such as "*Aminostym*", "*Stymovit TURBO*", "*Radifarm plus*", "*Megafol*" in the norms recommended by the manufacturer, was found to have a positive effect on their plant biometrics and sanitary index compared to controls (seedlings grown without stimulants). Thus, the difference in diameter at the level of the root collar ranged from 13% to 24 %, and in height it was 21-40 %. The average sanitary index of seedlings in the control is II,9, and in all experimental variants it is the best – II,3 (variant "*Aminostym*"), II,1 (variant "*Stymovit TURBO*"), I,8 (variant "*Radifarm plus*") and I,9 (variant "*Megafol*"). The highest weight of the aboveground part of the average annual oak seedling in the air-dry state was determined in the variant "*Radifarm plus*", it is 3.74 g and exceeds the control by 50 %, and the lowest in the variant "*Megafol*" was 3.00 g (20 %). The largest mass of the underground part (roots) was found in the variant "*Megafol*", it is 7.41 g and exceeds the control indicator by 79 %; and the lowest in the variant of "*Stymovit TURBO*" – 4.69 g (13 %). The total weight of seedlings varies between 6.64 and 10.68 g. The highest values of the ratio of root and aboveground parts of seedlings and the share of root mass of the total mass of oak seedlings were recorded in the variant "*Megafol*" – 2.5 and 71.2 %, respectively. The results of the research testify to the expediency of using the studied plant growth stimulants during the cultivation of English oak seedlings with closed root system in open ground conditions and their further use during reforestation and afforestation in the South-Eastern Forest-Steppe of Ukraine.

**Keywords:** reforestation; sanitary index; plant biometrics; agrofiber container; seedling feeding.