



В. П. Шлапак, С. А. Адаменко, І. В. Козаченко, О. М. Савченко

Уманський національний університет садівництва, м. Умань, Україна

ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ КОРЕНЕВИХ СИСТЕМ ДУБА ТА ЯСЕНА ЗВИЧАЙНОГО В УМОВАХ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Наведено морфологічний опис кореневої системи найпоширеніших типів ґрунтів Березківського та Долинського ДП "Врадіївське лісове господарство" та Ананіївського лісництва Філії "Ананіївське ДП". Насадження дуба звичайного (Дз) переважає у сухій бересто-кленовій діброві (Д₁-БКД), яке має такі середні показники: висота 17,5 м, діаметр 22,3 см, повнота 0,8, бонітет І, запас стовбурової деревини 163,5 м³·га⁻¹. Дуб звичайний зосереджує свої горизонтальні скелетні корені завтовшки понад 2 мм, переважно на глибині 0-30 см – 295,25 г (10,25+38,70+246,30), тоді як у ясена звичайного найбільше їх зосереджено в 0-40-сантиметровому шарі ґрунту – 344,06 г (4,56+80,30+136,60+122,60). Аналізуючи поширення фізіологічно активного коріння завтовшки до 2 мм видно, що до 0-30-сантиметрового шару ґрунту у дуба звичайного зосереджено 6,85 г (2,30+3,6+0,95), а у ясена звичайного – 9,43 (1,20+6,80+1,43), що у 1,38 рази більше. Виявлено, мають середні висоти та діаметри 6-річні культури дуба звичайного за густоти 15 тис. шт.·га⁻¹ (ПП 11) у Долинському лісництві складають – висота 2,5 м, діаметр – 2,6 см, а у 6-річних культурах дуба звичайного за густоти 10 тис. шт.·га⁻¹ (ПП 14) у Березківському лісництві відповідно – 2,2 і 2,3 см за густотою 5 тис. шт.·га⁻¹ (ПП 12) у Долинському лісництві та 7 тис. шт.·га⁻¹ (ПП 12-а) у Березківському лісництві відповідно – 2,0 м і 2,1 см; 3,0 і 2,1 см. За результатами проведеного дослідження, більша маса коренів у всіх дослідних порід розміщується на глибині 0-20 см. Так, у дуба звичайного в цьому шарі ґрунту знаходиться 80,4 г або 40,9 % усіх коренів, у ясена звичайного – 78,4 г або 40,0 %, а у клена гостролистого – 13,5 г або 52,5 %. Варто звернути увагу на те, що коренева система дуба звичайного і ясена звичайного формується майже однаково. Різниця в кореневій системі становила 196,6-159,9=36,7 г або в 1,23 раза менше порівняно з дубом. Корененаселеність клена конкуренції за режим поживних речовин і вологу ні дубу, ні ясену не становить.

Ключові слова: ґрунтові шари; корененаселеність; густота; довжина коренів; маса коріння.

Вступ / Introduction

Відомо, що ступінь розвитку і стан кореневих систем рослин впливають на розвиток їх надземної частини [18, 20]. А це істотно позначається на продуктивності лісових насаджень. Коренева система є одним з важливих органів, що визначає весь життєвий цикл рослини. На її будову істотно впливає тип ґрунтів і його родючість, ріст і розвиток надземної частини в чистих насадженнях [7]. У змішаних культурах, окрім зазначених чинників, на будову кореневої системи впливає склад деревостану. На сьогодні в літературних джерелах є мало інформації щодо розвитку кореневої системи головних лісотвірних порід у ґрунтах Північного Степу. Вив-

чення корененаселеності ґрунту під дубовими деревостанами дасть змогу з'ясувати вплив різних чинників на фракції коренів для розроблення рекомендацій зі запровадження доглядових заходів щодо оптимального стану насаджень та формування високопродуктивних деревостанів.

Об'єкт дослідження – чисті та змішані культури дуба звичайного та супутніх порід в умовах Долинського та Березківського лісництв ДП "Врадіївське лісове господарство" та Ананіївського лісництва ДП "Ананіївське лісове господарство".

Предмет дослідження – особливості росту та розвитку кореневої системи дуба звичайного в чистих та змішаних насадженнях.

Інформація про авторів:

Шлапак Володимир Петрович, д-р с.-г. наук, професор, кафедра лісового господарства. Email: shlapakwp@gmail.com;

<https://orcid.org/0000-0003-4656-1180>

Адаменко Світлана Анатоліївна, канд. біол. наук, доцент, кафедра лісового господарства. Email: svitlanka0613@ukr.net;

<https://orcid.org/0000-0003-4656-1180>

Козаченко Ірина Володимирівна, канд. с.-г. наук, доцент, кафедра лісового господарства. Email: svitlanka0613@ukr.net;

<https://orcid.org/0000-0002-2609-4987>

Савченко Олександр Миколайович, аспірант, кафедра лісового господарства. Email: shlapakwp@gmail.com

Цитування за ДСТУ: Шлапак В. П., Адаменко С. А., Козаченко І. В., Савченко О. М. Особливості розвитку кореневих систем дуба та ясена звичайного в умовах Північного Степу України. Науковий вісник НЛТУ України. 2023, т. 33, № 5. С. 07–13.

Citation APA: Shlapak, V. P., Adamenko, S. A., Kozachenko, I. V., & Savchenko, O. M. (2023). Features of oak and ash root system development in the conditions of the Northern Part of the Steppe of Ukraine. *Scientific Bulletin of UNFU*, 33(5), 07–13.

<https://doi.org/10.36930/40330501>

Мета роботи – охарактеризувати кореневу систему дуба звичайного та ясена звичайного за ґрунтовими шарами в умовах Північного Степу України.

Для досягнення зазначеної мети визначено такі основні завдання дослідження:

- провести морфологічний опис ґрунтових розрізів;
- дослідити кількість та визначити масу кореневмісного шару у ґрунтовому шарі, заглибошки до 1,5 м.
- дослідити вплив зімкнутості дуба на довжину кореневої системи.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Будову і розвиток кореневої системи дуба досліджувало чимало вчених. Так, М. І. Гордієнко [5], М. І. Калінін [13, 14] та М. М. Гузь [7, 8, 9] встановили, що кореневі системи є основним протиерозійним елементом лісового фітоценозу на схилових землях, де провідні (скелетні) корені забезпечують закріплення дерев у вертикальному положенні, а фізіологічно активні – скріплення самого ґрунту, беручи участь у формуванні водотривких агрегатів, поліпшення водопроникності ґрунтів і активізації ґрунтовірних процесів. Залежність росту наземної частини рослини від стану кореневої системи та протиерозійне значення коренів в урбаністичних умовах досліджували І. В. Іванюк [12], В. В. Міндер [19]. Також вивчали особливості поширення кореневої системи в піщаних ґрунтах [7].

Матеріали та методи дослідження. Для оцінювання кореневої системи в насадженнях Долинського і Березківського лісництв ДП "Врадіївське ЛГ" та Ананіївського лісництва ДП "Ананіївське ЛГ" використовували методики, які запропонував М. М. Гузь [7, 8, 9]. Для цього виконали облік маси коріння на шести пробних площах в умовах сухої бересто-кленової діброви (Д₁-БКД) та на трьох пробних площах в умовах свіжої бересто-кленової діброви (Д₂-БКД). Масу коренів враховували в монолітах об'ємом 0,025 м³ (0,5×0,5×0,1) з урахуванням ґрунтовмісного шару ґрунту заглибошки до 1,5 м. Відібравши та промивши корені розподілили їх на дві фракції – фізіологічно активні, що мають діаметр до 2 мм та корені діаметром більше ніж 2 мм, куди ввійшли всі провідні корені. Водночас у верхніх шарах ґрунту враховували масу коренів трав'яних рослин.

За розкопок корневих систем у 5- і 6-річних культурах дуба звичайного і ясена звичайного використано метод викопування лунок. Траншеї копали на глибину проникнення коріння до 1,5 м екскаватором на базі колісного трактора МТЗ-82. По стінках ґрунтових лунок коріння описували та встановлювали загальний характер їх поширення у ґрунті. Для кількісного обліку коренів на кожній з траншеї брали по 2-3 моноліту основою 20×25 см і шарами на глибину 150 см. Коріння з монолітів промивали у воді, класифікували за породами і фракціях з діаметром до 2 мм, а потім висушували в сушильній камері за температури +105 °С до постійної ваги та зважували. Коріння завтовшки понад 2 мм відносили до групи великих, а діаметром менше 2 мм – до фізіологічно активних коренів. У кожній моделі з протилежної до лунки розкопували бічні корені із встановленням характеру їх розгалуження та дальності поширення.

Результати дослідження та їх обговорення / Research results and their discussion

Незважаючи на те, що дуб звичайний поширений у природних насадженнях Північного Степу України, у

молодому віці вирізнявся повільним ростом і розвитком і, часто гинув. Але згодом, внаслідок ефективного обробітку ґрунту, дотримання систематичних правил у догляді за культурами у поєднанні із застосуванням різних схем змішування дали змогу дещо виправити становище. Водночас, починаючи з 15-річного віку, розпочинається всихання дуба, яке прогресує з віком. У цьому усиханню піддавалися культури, створені як посівом, так і посадкою. Деякі ділянки дубових культур збереглися, зокрема, 40-річні культури дуба звичайного (ПП 16) у Ананьєвському лісництві ДП "Ананьєвське ЛГ" за складом 8Дз2Яз+Брс. Насадження дуба звичайного, що ростуть у сухій бересто-кленовій діброві (Д₁-БКД) має такі середні показники: висота 17,5 м, діаметр 22,3 см, повнота 0,8, бонітет І, запас стовбурової деревини 163,5 м³·га⁻¹. Виорювання здійснено трактором МТЗ-82 в агрегаті з плугом ПКЛ-70, висаджування вручну – сіянцями під меч Колесова, догляд у міжряддях виконувався трактором МТЗ-82 в агрегаті з культиватором КЛБ-1.7, в рядах вручну мотигами. Брс – природного походження.

Культури на південних чорноземах мають такий склад:

- А₀ (0-1 см) – лісова підстилка.
- А₁ (1- 60 см) – чорнозем важкосуглинистий з вираженою зернистою структурою (у нижній частині зернисто-грудкуватою). Інтенсивно насичений корінням. Перехід поступовий.
- А₂ (60-80 см) – темно-бурого забарвлення. З 70 см – карбонати у вигляді плісняви, кількість якої у нижній частині зростає. Зернисто-грудкуватий структури. Щільний. Досить насичений корінням. Перехід поступовий.
- В₁ (80-120 см) бурого забарвлення, покритий пліснявою, комкуватої структури. Грудки за розтирання розпадаються на зерна. Щільний. Досить насичений корінням. У нижній частині кротовина діаметром до 6 см.
- В₂ (120-150 см) світло-бурого забарвлення. Карбонати у вигляді плісняви. Комкуватої структури (3-5 см). Щільний. Кількість коренів зменшується. Перехід поступовий.

Такий характер ґрунту за зовнішніми ознаками з наявністю коренів, що проникають на досить значну глибину, можна вважати досить сприятливим для успішного росту деревних порід. Водночас, саме деревна рослинність зумовила тут фізичні властивості ґрунту, зокрема його верхніх горизонтів, інтенсивно насичених корінням та сприяла нагромадженню достатньої кількості поживних речовин.

Поширення коренів у 40-річних дубово-ясеневих культурах наведено на рис. 1. Як видно з цього рисунку, дуб звичайний зосереджує свої горизонтальні скелетні корені завтовшки понад 2 мм, головним чином в шарі ґрунту 0-30 см – 295,25 г (10,25+38,7+246,3), тоді як у ясена звичайного найбільше їх зосереджено в шарі ґрунту 0-40 см – 344,06 г (4,56+80,3+136,6+122,6). Аналізуючи поширення фізіологічно активного коріння завтовшки до 2 мм видно, що в шарі ґрунту до 0-30 см у дуба звичайного зосереджено 6,85 г (2,30+3,6+0,95), а у ясена звичайного – 9,43 (1,20+6,80+1,43), що в 1,38 раза більше. Варто зазначити закономірність зменшення поширення як скелетних, так і фізіологічно активних коренів починаючи з 50-60 см глибини і ця тенденція зберігається до глибини 1,5 м. Водночас, важливо відзначити концентрацію у верхньому 0-10 см горизонті основної маси підземних органів трав'яної рослинності – 57,5 г або 75,85 %, між тим як на долю дуба звичайного доводиться 12,55 г, або 16,55 %, а ясена звичайного 5,76 г або

тільки 7,6 % загальної (75,81 г) кореневої насиченості цього горизонту. Аналіз статистичної обробки даних підтверджує достовірність проведених досліджень.

Звертає на себе увагу загальна коренева насиченість 30-сантиметрового шару ґрунту, яка у 10-сантиметровому шарі становила 75,81 г, у 10-20-сантиметровому – 142,3 г, тобто збільшилася в 1,88 раза, а у 20-30-сантиметровому – 387,29 г, що більше від 10-сантиметрового шару у 5,11 раза і від 10-20-сантиметрового шару ґрунту – у 2,72 раза. Починаючи з 30-сантиметрового шару ґрунту загальна коренева насиченість має тенденцію до зменшення від 151,74 до 16,66 г у 140-150 см шарі ґрунту або в 9,11 раза.

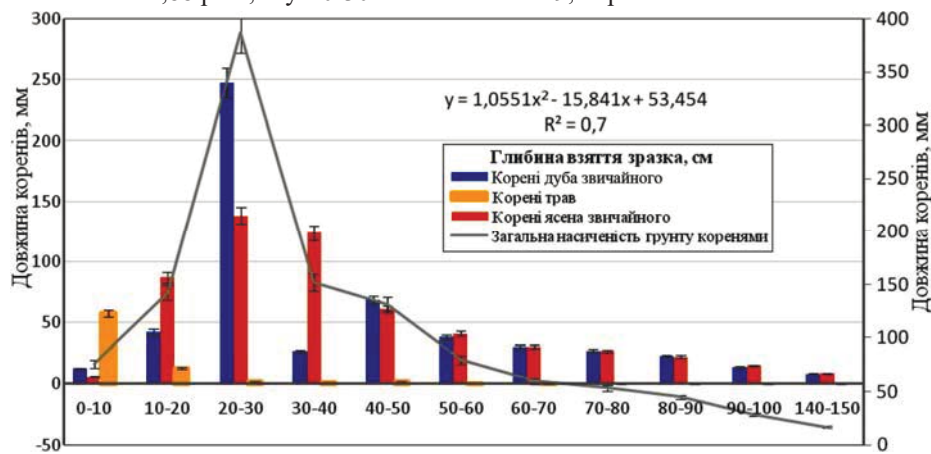


Рис. 1. Поширення коренів у 40-річних дубово-ясеневих культурах / Root spreading in 40-year-old oak-ash cultures

Що стосується кількості коренів в моноліті ґрунту розміром 50×50×150 см, то у дуба звичайного воно дещо менше (537,13 г), ніж у ясеня звичайного (558,85 г). За фракції фізіологічно активних коренів ця різниця на користь дуба звичайного буде ще меншою – 13,83 г проти 16,66 г у ясеня звичайного. В самому верхньому шарі ґрунту (0-10 см) дрібних коренів дуба звичайного буде більше (2,3 г), ніж ясеня звичайного – 0,5 г. Це поряд із зазначеним вище зміщенням на велику глибину і фракції товстих коренів, говорячи про більш ксерофітну природу дуба звичайного, який виробив спадкову адаптацію – слабше розвивати коріння у самому верхньому ґрунтовому шарі, який сильно пересихає у посушливий період. Про це свідчить і той показник, як частка дрібних коренів, що припадають на 1 м висоти дуба: у дуба звичайного ця величина буде дорівнювати 1,5 г, а у ясеня звичайного – 1,9 г за однакових умов росту.

Вплив густоти лісових культур на формування та будову кореневих систем дерев досліджували порівнянням біометричних характеристик, отриманих після повного розкопування модельних дерев у 5- і 6-річних дубових та акацієвих культурах різної густоти за складом 3Дз5Яз2Брс (ПП 12), 7Ак62Кля1Яз (ПП 17) і 3Дз4Кля3Брс (ПП 11) в Долинському лісництві та 5 і 6-річних культурах за складом 10Дз (ПП 12) і 10Дз+Лпд (ПП 14) Березівському лісництві Філії "Врадіївське лісове господарство" (табл. 2). Початкова густина культур складу 3Дз5Яз2Брс (ПП 12), 7Ак62Кля1Яз (ПП 17) і 3Дз4Кля3Брс (ПП 11) у Долинському лісництві на ділянках дорівнювала відповідно 5; 10 і 15 тис. шт.·га⁻¹. У 5- і 6-річних культурах за складом 10Дз (ПП 12) і 10Дз+Лпд (ПП 14) Березівського лісництва на період спостережень становила 7 і 10 тис. шт.·га⁻¹.

Насадженнях, у яких здійснювалися розкопки кореневої системи, характеризуються таксаційними показниками:

- 5-річні культури дуба звичайного (ПП 12) у Долинському лісництві створені за складом 3Дз5Яз2Брс, мають середні показники: висота 2,0 м, діаметр 2,1 см, свіжа бересто-кленова діброва (Д₂-БКД), повнота 0,9, бонітет І, запас стовбурової деревини 15,3 м³·га⁻¹. Обробіток ґрунту виконано

метровому шарі ґрунту її об'єм досяг найбільшої величини – 387,29 г, що більше від 10-сантиметрового шару у 5,11 раза і від 10-20-сантиметрового шару ґрунту – у 2,72 раза. Починаючи з 30-сантиметрового шару ґрунту загальна коренева насиченість має тенденцію до зменшення від 151,74 до 16,66 г у 140-150 см шарі ґрунту або в 9,11 раза.

трактором МТЗ-82 в агрегаті з плугом ПКЛ-70, посадка ручна – сіянцями під меч Колесова, догляд у міжряддях здійснювався трактором МТЗ-82 в агрегаті з культиватором КЛБ 1,7, в рядках вручну мотигами. Яз, Брс – природного походження. Підлісок Клт, Гдк, Бзч, зімкнутість 0,80.

- 5-річні культури акації білої (ПП 17) у Долинському лісництві створені за складом 7Ак62Кля1Яз, мають середні показники: висота 2,3 м, діаметр 2,3 см, свіжа бересто-кленова діброва (Д₂-БКД), повнота 0,7, бонітет ІІ, запас стовбурової деревини 10,2 м³·га⁻¹. Обробіток ґрунту виконано трактором МТЗ-82 в агрегаті з плугом ПКЛ-70, посадка ручна – під меч Колесова сіянцями акації білої, догляд у міжряддях здійснювали трактором МТЗ-82 в агрегаті з культиватором КЛБ 1,7, в рядках вручну мотигами. Кля, Яз – природного походження. Підлісок – Бзч, Клт, зімкнутість 0,70.
- 6-річні культури дуба звичайного (ПП 11) у Долинському лісництві створені за складом 3Дз4Кля3Брс, мають такі середні показники: висота 2,5 м, діаметр 2,6 см, свіжа бересто-кленова діброва (Д₂-БКД), повнота 0,7, бонітет І, запас стовбурової деревини 20,2 м³·га⁻¹. Попередній обробіток ґрунту під лісові культури здійснено нарізуванням борозен плугом ПКЛ-70 в агрегаті з трактором МТЗ-80, посадка ручна – сіянцями під меч Колесова, догляд у міжряддях виконували трактором МТЗ-82 в агрегаті з культиватором КЛБ-1,7, в рядках вручну мотигами. Кля, Брс – природного походження. Підлісок – Бзч, Клт, зімкнутість 0,90.
- 5-річні культури дуба звичайного (ПП 12) створені у Березівському лісництві за складом 10Дз, мають такі середні показники: висота 3,0 м, діаметр 2,1 см, свіжа бересто-кленова діброва (Д₂-БКД), повнота 0,7, бонітет ІІІ, запас стовбурової деревини 8,0 м³·га⁻¹. Обробіток ґрунту виконано трактором МТЗ-82 в агрегаті з плугом ПКЛ-70, посадка ручна – сіянцями дуба під меч Колесова, догляд у міжряддях здійснювався трактором МТЗ-82 в агрегаті з культиватором КЛБ-1,7, в рядках вручну мотигами. Підлісок – Клт, Шпс, зімкнутість 0,30.
- 6-річні культури дуба звичайного (ПП 14) створені у Березівському лісництві за складом 10Дз+Лпд, мають такі середні показники: висота 2,2 м, діаметр 2,3 см, свіжа бересто-кленова діброва (Д₂-БКД), повнота 0,8, бонітет ІІІ, запас стовбурової деревини 8,7 м³·га⁻¹. Попередній обробіток ґрунту під лісові культури здійснено шляхом нарізування борозен плугом ПКЛ-70 в агрегаті з трактором МТЗ-80, посадка ручна – сіянцями дуба під меч Колесова, догляд у міжряддях виконувався трактором МТЗ-82 в агрегаті з культиватором КЛБ-1,7, в рядках вручну мотигами. Кля, Брс – природного походження. Природне поновлення 6Чрш2Чрп2Брс. Підлісок – Гдк, зімкнутість 0,40.

Морфологічний опис горизонтального розрізу у Березківському лісництві (ПП 14) наступний:

- A_0 (0-2 см) – підстилка з напівзгнилих залишків гілок та листя деревної рослинності;
- A_1 (02-14 см) – темний пухкий з чітко вираженою зернисто-горіховою структурою, з сильно переплетеним корінням деревної рослинності;
- A_2 (14-29 см) – темний, трохи ущільнений, горіхуватої структури коренів менше;
- $У$ (29-48 см) – темно-коричневий, щільний, горіхуватої структури, коріння деревних порід трапляється мало;
- $С$ (48-97 см) – сірий з жовтуватим відтінком, дуже щільний, горіхуватою структурою; багато болю або менш рівномірно розташованих невеликих плям білої; є темні смуги величиною до 1,0-1,5 см в діаметрі.

Вплив густоти садіння на довжину кореневих систем у 5- і 6-річних культурах різного складу подано в табл. 1. Як видно з цієї таблиці, у густих 6-річних культурах дуба звичайного за густоти 15 тис. шт.·га⁻¹ (ПП 11) у Долинському лісництві висота становить 2,5 м, діаметр – 2,6 см, а у 6-річних культурах дуба звичайного за густоти 10 тис. шт.·га⁻¹ (ПП 14) у Березківському лісництві відповідно – 2,2 і 2,3 см. У рідших культурах за густотою 5 тис. шт.·га⁻¹ (ПП 12) у Долинському лісництві та 7 тис. шт.·га⁻¹ (ПП 12-а) у Березківському лісництві відповідно – 2,0 і 2,1 см; 3,0 і 2,1 см. Найменша істотна різниця у всіх варіантах досліджу була у межах норми, що свідчить про достовірність проведених досліджень.

Табл. 1. Вплив густоти садіння на довжину кореневих систем у 5 і 6-річних культурах різного складу, м /
Effect of planting density on the length of root systems in 5- and 6-year-old crops of different composition, m

№ ПП	Вік, роки	Склад культур	К-ть дерев, тис. шт./га	$H_{сер.}$, м	$D_{сер.}$, см	$L_{заг.}$, м	$L_{гор.}$, см	L , см	
								Всього, см	в т.ч. $L_{гол.}$, см
Долинське лісництво Філія "Врадівське лісове господарство"									
12	5	3Дз5Яз2Брс	5	$2,0^{±0,01}$	$2,1^{±0,01}$	55,7	15,2	4,3	1,9
17	5	7Ак62Кля1Яз	10	$2,3^{±0,01}$	$2,3^{±0,01}$	34,5	14,2	1,8	0,7
11	6	3Дз4Кля3Брс	15	$2,5^{±0,01}$	$2,6^{±0,02}$	49,7	17,2	5,3	2,1
$HIP_{0,95}$						3,09	2,95	2,31	1,99
Березківське лісництво Філія "Врадівське лісове господарство"									
12-а	5	10Дз	7	$3,0^{±0,03}$	$2,1^{±0,01}$	77,4	21,7	6,9	2,4
14	6	10Дз+Лпд	10	$2,2^{±0,01}$	$2,3^{±0,02}$	69,2	18,6	5,2	1,8
$HIP_{0,95}$						2,81	2,34	1,87	1,59

Примітка: $L_{заг.}$ – загальна довжина коренів середнього модельного дерева, м; $L_{гор.}$ – довжина горизонтальних коренів, см; $L_{гол.}$ – довжина головного стрижневого кореня; L – довжина стрижневих коренів.

Коренева система культур дуба звичайного, створеного садінням, мичкувата, а стрижневий корінь мало виражений, то максимальне проникнення у ґрунт у 5 і 6-річному віці 1,74 і 2,11 м. У густих культурах за густоти 15 тис. шт.·га⁻¹ (ПП 11) загальна довжина коренів середнього модельного дерева досягла 49,7 м, а за густоти 10 тис. шт.·га⁻¹ (ПП 14) – 69,2 м, що майже у 1,4 рази більше. Така закономірність спостерігається за густоти 5 (ПП 12) і 7 (ПП 12-а) тис. шт.·га⁻¹. Водночас зазначимо акцентувати, що склад насадження впливає на поширення кореневої системи. Так, у чистих за складом 10Дз (ПП 12-а і 14) 5- і 6-річних дубових культурах загальна довжина коренів середнього модельного дерева становлять відповідно 77,4-69,2 м, тоді як у змішаних культурах за складом 3Дз5Яз2Брс (ПП 12) і 3Дз4Кля3Брс (ПП 11) загальна довжина коренів середнього модельного дерева не перевищила 55,7 м. Довжина горизонтальних коренів за густоти культур 10-15 тис. шт.·га⁻¹ (ПП 11 і 14) становила 17,2 і 18,6 м, у більш рідких культурах за густоти садіння 5 і 7 тис. шт.·га⁻¹ (ПП 12 і ПП 12-а) склала 15,2 і 21,7 м. Отже, за різної густоти 5 і 6-річних культур дуба звичайного у змішаних культурах простежується міжвидова конкуренція у поширенні коренів різних деревних порід у ґрунтового моноліті, а оскільки ясен звичайний, берест і клен ясенелистий вегетативного походження, то їх ріст і формування кореневих систем відбувається інтенсивніше.

У дерев більш рідких культур стрижневий корінь ліпше розвинений за рахунок посиленого їх розгалуження. Головний корінь у всіх модельних дерев сягає глибини 80-115 см, де розташований сильно ущільнений глеюватий горизонт. Освоєння глибших шарів ґрунту відбувається завдяки вертикальним відгалуженням від горизонтального коріння, що досягають глибини до 4 м. Збільшення густоти викликає посилення роз-

витку вертикальних відгалужень: довжина та кількість яких у густих культурах у 2-4 рази більша, ніж у рідких.

У всіх досліджених модельних дерев за великої початкової густоти сформувалося менше горизонтальних коренів першого порядку. Водночас спостерігається посилений ріст стрижневих і вертикальних відгалужень від горизонтального коріння. Сумарна довжина вертикальних відгалужень виявилася в 1,5-2 рази більшою, ніж за рідкої початкової густоти.

Водночас коренева система насадження за складом 7Ак62Кля1Яз (ПП 17) досить потужна і характеризується великою кількістю дрібних бокових коренів, що беруть свій початок поблизу кореневої шийки. Багато коріння сягає 4-5 см в діаметрі. Переважна кількість коренів розміщується у верхніх горизонтах ґрунту на глибині 35-40 см. Стрижневий корінь в акації білої розвинений слабо.

Виявилось, що коренева система акації білої, посадженої насінням, чітко виражений стрижневий корінь, чого не спостерігається в акації, посадженої сіянцями. Водночас довжина цього кореня не перевищує 95 см. Від головного кореня акації відходять бічні відгалуження, більша частина яких розміщена у верхньому шарі ґрунту на глибині 25-30 см.

Дуб звичайний і ясен звичайний (табл. 2) мають добре розвинену кореневу систему, значна частина якої розташовується в ґрунтового шарі до глибини 40 см. Стрижневе коріння дуба добре розвинене і проникає глибоко, натомість стрижневе коріння ясеня поверхневе, розвинене слабо і залягає неглибоко.

У Березківському лісництві ДП "Врадівське ЛГ" досліджено 15-річні культури дуба звичайного за складом 3Дз2Клг5Яз (ПП 30), які мали такі таксаційні показники: висота 7,0 м, діаметр 8,4 см, свіжа бересто-кленова діброва (Д₂-БКД), повнота насадження 0,8, бонітет III,

запас стовбурової деревини $41,2 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$. Обробіток ґрунту здійснено трактором МТЗ-82 в агрегаті з плугом ПКЛ-70, посадка вручну – сіянцями дуба звичайного під меч Колесова, догляд у міжряддях та рядах проведено впродовж 5 років. КЛГ, ЯЗ – вегетативного походження.

Відповідно до зроблених обмірів, за середніх показників 15-річні культури мають висоту 7,0 м, діаметр 8,4 см, тоді як висота дуба звичайного дорівнювала 6,5, а діаметр 8,2 см, клена гостролистого відповідно 5,1 і 5,9 см, ясеня звичайного – 9,5 та 11,2 см.

Табл. 2. Кореневі системи 15-річних деревних порід дуба звичайного (склад насадження 3Дз2КЛГ5ЯЗ (ПП 30)) /
Root systems of 15-year-old species of common oak (plant composition 3Ok2Nm5Ac (PP 30))

Порода	Глибина взяття ґрунтових зразків, см					Вага усіх коренів, г
	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100	
	Вага коренів у ґрунтовому моноліті, г (абсолютно суха)					
Дуб звичайний	80,4	39,9	33,2	25,6	17,5	196,6
%	40,9	20,3	16,9	13,0	8,9	100,0
Ясен звичайний	78,4	35,4	18,7	12,2	15,2	159,9
%	49,0	22,1	11,7	7,7	9,5	100,0
Клен гостролистий	13,5	8,2	1,9	1,3	0,8	25,7
%	52,5	31,9	7,4	5,1	3,1	100,0
<i>НІР_{0,95}</i>	<i>3,01</i>	<i>3,13</i>	<i>3,42</i>	<i>3,02</i>	<i>3,11</i>	<i>3,21</i>

Як видно з даних табл. 2, переважна кількість коренів за вагою у всіх дослідних порід розміщується у верхньому шарі ґрунту на глибині 0-20 см. Так, у дуба звичайного в цьому шарі ґрунту знаходиться 80,4 г або 40,9 % усіх коренів, у ясеня звичайного – 78,4 г або 40,0 %, а у клена гостролистого – 13,5 г або 52,5 %, Коренева система дуба звичайного і ясеня звичайного формується майже однаково. Хоча простежується відмінність у поширенні коренів за ґрунтовими монолітами, де у шарі ґрунту 0-40 см зосереджено 120,3 г дубового коріння і 113,8 г ясеневого коріння, що на 6,5 г менше або 5,7 %. За вагою усіх коренів ця різниця склала $196,6 - 159,9 = 36,7$ г або в 1,23 рази менше порівняно з дубом. Корененаселеність клена гостролистого конкуренції ні дубу ні ясеню за режим поживних речовин і вологу не складає.

Коренева система дуба звичайного відрізняється чітко вираженим та добре розвиненим стрижневим коренем. На глибині 80-100 см простежується її розподіл на два корені, що мають практично вертикальний напрямок. Водночас, коренева система дуба звичайного у шарі ґрунту 0-100 см є більш потужною 196,6 г, ніж у ясеня звичайного 159,9 г і клена гостролистого 25,7 г, що входять до складу культур дослідного насадження. Найменша істотна різниця у всіх варіантах дослідів була у межах норми, що свідчить про достовірність проведених нами досліджень.

У процесі дослідження коренів дуба звичайного виявлено наявність тонкого шару гумусу. Оскільки гумус є у верхніх шарах ґрунту, можна припустити, що він заноситься на велику глибину водою. Наявність гумусу створює сприятливі умови для росту коренів у глибших горизонтах ґрунту. Цьому процесу сприяють стрижневі корені, саме вони забезпечують життєдіяльність кореневої системи дуба, її стійкості та довговічності у північних (Байрачних) степах України.

Обговорення результатів дослідження. Згідно з дослідженнями М. І. Калініна [13, 14], дерева дуба звичайного насінневого походження розвивають потужну кореневу систему. Окрім стрижневого кореня, є велика кількість якірних і потужних бічних коренів. Останні під різним кутом також заглиблюються у ґрунт. За результатами наших досліджень, особливістю ґрунтового профілю є досить потужний гумусовий горизонт (0-42 см) з високим вмістом гумусу – 6,2 % у горизонті 0-10 см і 4,6 % у горизонті 25-33 см) і досить низьким

розташуванням лінії скипання карбонатів з HCl – 93 см. Горизонт вицвітів карбонатів добре виражений у важкосуглинковій материнській породі палевого кольору на глибині 115-200 см (дно ями) [18, 19]. Дуб звичайний розвиває потужну вертикальну кореневу систему за наявності також великих горизонтальних коренів в горизонті 0-40 см. Вертикальні корені дають в сторони досить рясне відгалуження (діаметром 1-2 см) до глибини 100 см (горизонт скипання карбонатів), а нижче починають розчленюватися на декілька вертикальних корінців, що характеризуються звивистістю, звичайної для коренів у товщі материнської породи. Звертає на себе увагу більш поверхнєве розташування скелетних горизонтальних коренів у дуба звичайного порівняно з ясенем звичайним.

Здатність дуба утворювати кореневу систему, що глибоко проникає і сприяє його виживанню під час посух [15]. За твердженням W. L. Strong та H. Fromm [4, 20], відсутність стержневого кореня у висаджених культурах призводить до послаблення біологічної стійкості деревини дуба, а також сприяє його суховершинності та всиханню. Дуб звичайний у перші роки свого життя інтенсивніше формує кореневу систему, ніж надземну частину. Завдяки цьому у 4-5-річному віці коріння дуба займає 80-89 % всієї маси рослини. Починаючи з 6-7 років, наростання надземної частини відбувається інтенсивніше, ніж кореневої системи [1, 3, 6]. Згідно з даними М. J. Krasowski [16], у насадженнях, створених висіванням, дубки мають глибшу кореневу систему, ніж у насадженнях, створених садінням. Саджанці утворюють більш потужні горизонтальні корені та використовують більший об'єм ґрунту для свого живлення порівняно з сіянцями. На думку Т. В. Лустюка та І. Н. Гегельського [10, 17], посів унеможливає деформацію коріння у сіянців, яка неминуча під час їх викопування на розсадниках і висаджування на постійне місце. Висівання жолудів на лісокультурній площі сприяє тому, що сіянці у перші роки життя проникають у глибокі шари ґрунту, які краще забезпечені вологою [2, 18].

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

Наукова новизна отриманих результатів дослідження – вперше в умовах Північного Степу проведено комплексне дослідження особливостей формування кореневої системи шару дуба та ясеня.

Практична значущість результатів дослідження – отримані дані дають можливість оптимізувати агротехнічні прийоми доглядів за культурами, що сприятиме формуванню високоповнотних насаджень дуба та ясеня.

Висновки / Conclusions

На основі проведених досліджень, можна зробити такі висновки щодо особливостей розвитку кореневої системи головних лісотвірних порід Північного Степу:

1. Дуб звичайний має досить потужну кореневу систему, яка глибоко проникає в ґрунт. За характером будови та розміщення у ґрунті коренева система дуба істотно відрізняється від інших порід – клена гостролистого, ясеня звичайного. Останні мають кореневі системи, переважна частина яких для ясеня 71,1 %, клена 84,4 % розташовується у верхньому шарі ґрунту до глибини 30–40 см. Тому конкуренція між ними та дубом за вологу та поживні речовини частково послаблюється.
2. Початкова густина у 5 і 6-річних культурах за складом 3Дз5Яз2Брс, 7Акб2Кля1Яз і 3Дз4Кля3Брс в Долинському лісництві на ділянках дорівнювала відповідно 5; 10 і 15 тис. шт.·га⁻¹. У 5 і 6-річних культурах за складом 10Дз (ПП 12) і 10Дз+Лпд (ПП 14) Березківському лісництві на період спостережень склала 7 і 10 тис. шт.·га⁻¹. У рідких 5 і 6-річних культурах довжина горизонтального коріння дуба звичайного більша, а сумарна довжина стрижневого кореня та його відгалуження менша, ніж у густих культурах.
3. Основна маса як великих, так і дрібних коренів у 40-річних дубово-ясеневих культурах концентрується у верхньому 0–80 сантиметровому шарі ґрунту. Максимум великих коренів – 62,8 % знаходиться в шарі 20–40 см. Глибше 80 см їх кількість не перевищує 5 %, поступово зменшуючись з глибиною.
4. Максимум фізіологічно активних дрібних коренів дуба звичайного і ясеня звичайного зосереджений у самому верхньому, 0–20 сантиметровому шарі – 22,5 % загальної маси. З глибиною їх кількість також зменшується, але в окремих шарах спостерігається деяке збільшення маси. Загалом кількість дрібних коренів дуба звичайного і ясеня звичайного до загальної маси всієї кореневої системи становить тільки 7,5 %.

References

1. Comas, L., Becker, S., Cruz, V. M., et al. (2013). Root traits contributing to plant productivity under drought. *Front Plant Sci* 4. <https://doi.org/10.3389/fpls.2013.00442>
2. de Dorlodot, S., Forster, B., Pagès, L., et al. (2007). Root system architecture: opportunities and constraints for genetic improvement of crops. *Trends Plant Sci* 12, 474–481. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2007.08.012>
3. Duboscq-Carra, V. G., Letourneau, F. J., & Pastorino, M. J. (2018). Looking at the forest from below: the role of seedling root traits in the adaptation to climate change of two *Nothofagus* species in Argentina. *New for* 49, 613–635. <https://doi.org/10.1007/s11056-018-9647-3>
4. Fromm, H. (2019). Root plasticity in the pursuit of water. *Plants* 8, 236. <https://doi.org/10.3390/plants8070236>
5. Gordienko, M. I., & Gordienko, N. M. (2005). Forestry properties of woody plants. Kyiv: Vistka, 820.
6. Grossnickle, S. C. (2005). Importance of root growth in overcoming planting stress. *New for* 30, 273–294. <https://doi.org/10.1007/s11056-004-8303-2>
7. Guz, M. M. (1996). Root systems of tree species of the right-bank forest-steppe of Ukraine: monograph. Kyiv: VK "Yasma", 145.
8. Guz, M. M. (1996). Standard of root systems of tree species. Part 1. Standard oak root system. Lviv: ISDO, 32.
9. Guz, M. M., Ozarkiv, I. M., Kulchytskyi-Zhygailo, I. E., Ozarkiv, O. I., & Danchivska, O. Ya. (2009). Peculiarities of the structure of the root system of common oak and patterns of moisture transfer in the tree. *Scientific bulletin of NLTU of Ukraine*, 19(4), 7–16.
10. Hegelskyi, I. N. (1960). Experience of boreal oak breeding in Ukraine. Scientific works of the Faculty of Forestry, XIII. Vol. 7, 59–70.
11. Hnativ, P. S., Veba, N. I., Hrynyk, O. M., Lopotych, N. Y., & Shovhan, A. D. (2023). Differentiation of metabolic adaptation of *Quercus robur* L. and *Cercidiphyllum japonicum* Siebold et Zucc. in conditions of technogenic transformation of the environment. *Scientific Bulletin of UNFU*, 33(2), 31–38. <https://doi.org/10.36930/40330204>
12. Ivanyuk, I. V. (2006). Peculiarities of the formation of root systems in woody plants of landscape forest crops of the green zone of Kyiv. *Agrarian science and education*, 7(3–4), 118–122.
13. Kalinin, M. I. (1998). Root population of the soil. Ukrainian encyclopedia of forestry, Lviv, 1, 367.
14. Kalinin, M. I., Guz, M. M., & Debryniuk, Yu. M. (1998). Forest root science: a textbook. Lviv: IZMN, 336.
15. Koevoets, I. T., Venema, J. H., Elzenga, JTM., & Testerink, C. (2016). Roots withstanding their environment: exploiting root system architecture responses to abiotic stress to improve crop tolerance. *Front Plant Sci*. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01335>
16. Krasowski, M. J. (2003). Root system modifications by nursery culture reflect on post-planting growth and development of coniferous seedlings. *For Chron* 79, 882–891. <https://doi.org/10.5558/tfc79882-5>
17. Lustyuk, T. V. (2015). Rhizological studies of the natural seed regeneration of the common oak (*Quercus robur* L.) in the wet meadows of the Western Polissia. *Scientific Bulletin of the National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine. Series: Forestry and ornamental horticulture*, 216(1), 63–67.
18. Meier, I. C., Knutzen, F., Eder, L. M., et al. (2018). The deep root system of *Fagus sylvatica* on sandy soil: structure and variation across a precipitation gradient. *Ecosystems* 21, 280–296. <https://doi.org/10.1007/s10021-017-0148-6>
19. Minder, V. V. (2015). The influence of soil conditions on the formation of the above-ground and underground parts of common oak. *Scientific Bulletin of the National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine. Series: Forestry and ornamental horticulture*, 216(1), 132–139.
20. Strong, W. L., & Roi, G. L. (1983). Root-system morphology of common boreal forest trees in Alberta, Canada. *Canadian Journal of Forest Research*, 13(6), 1164–1173.

V. P. Shlapak, S. A. Adamenko, I. V. Kozachenko, O. M. Savchenko

Uman National University of Horticulture, Uman, Ukraine

FEATURES OF OAK AND ASH ROOT SYSTEM DEVELOPMENT IN THE CONDITIONS OF THE NORTHERN PART OF THE STEPPE OF UKRAINE

A morphological description of the sections of the most common types of soils of the Bereziv and Dolyna Forestry Departments of the Vradiiv Forestry Branch and the Ananiiv Forestry Department of the Ananiiv Forestry Branch was carried out. The stand, which is characterized by growing in a dry field elm-maple oak forest (D1-BKD), is represented by pedunculate oak, which has the following averages: height 17.5 m, diameter 22.3 cm, fullness 0.8, bonity I, stock of trunk wood 163, 5 m³·ha⁻¹. Pedunculate oak concentrates its horizontal skeletal roots more than 2 mm thick, mainly in the soil layer 0–30 cm 295.25 g (10.25+38.70+246.30), while common ash has most of them concentrated in the soil layer 0–40 cm 344.06 g (4.56+80.30+136.60+122.60). Analyzing the distribution of physiologically active roots with thickness of up to 2 mm, it can be seen that 6.85 g (2.30+3.6+0.95) is concentrated in

pedunculate oak in the soil layer up to 0.30 cm, and in common ash – 9.43 (1.20+6.80+1.43), which is 1.38 times more. The investigation has revealed that the average heights and diameters in dense 6-year-old pedunculate oak cultures at a density of 15,000 pcs.·ha⁻¹ (PP 11) in the Dolyn Forestry are – height 2.5 m, diameter – 2.6 cm, and in 6-year-old pedunculate oak crops at a density of 10,000 pcs.·ha⁻¹ (PP 14) in the Berezliv Forestry, respectively – 2.2 m and 2.3 cm. In rarer crops at a density of 5,000 pcs.·ha⁻¹ (PP 12) in the Dolyna Forestry and 7 thousand units·ha⁻¹ (PP 12-a) in the Berezliv Forestry, respectively – 2.0 m and 2.1 cm; 3.0 and 2.1 cm. According to the conducted research, the majority of roots by weight in all experimental species is located in the upper layer of the soil at a depth of 0-20 cm. Thus, in this layer of the soil, there are 80.4 g or 40.9 % of all roots in pedunculate oak, 78.4 g or 40.0 % in the common ash, and 13.5 g or 52.5 % in maple. It should be noted that the root system of pedunculate oak and common ash is formed almost identically. According to the weight of all roots, this difference was $196.6 - 159.9 = 36.7$ g or 1.23 times less compared to oak. Rootless maple does not compete with oak or ash for nutrients and moisture.

Keywords: soil horizons; root population; density; root length; root mass.