

6. Травлев А. П. Присамарский международный биосферный стационар – мониторинг биологического разнообразия и опустынивания биогеоценозов степной зоны Украины / А. П. Травлев // *Вопр. степ. лесовед. и лесной рекультивации земель.* – Днепропетровск : ДГУ, 1997. – С. 4–10.

*Надійшла до редколегії 2.04.2013.*

УДК 581.5(477.65)

**О. М. Масюк**

*Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара*

### **ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ КОРЕНЕВОЇ СИСТЕМИ МАСЛИНКИ ВУЗЬКОЛИСТОЇ НА ТЕХНОЗЕМАХ СЕМЕНІВСЬКО-ГОЛОВКІВСЬКОГО БУРОВУГІЛЬНОГО РОЗРІЗУ**

**Виявлено особливості формування кореневих систем маслинки вузьколистої на рекультивованих землях у різноякісних лісорослинних умовах, їх специфіку як за фракційним розподілом, так і за поведінкою в окремих субстратах.**

*Ключові слова:* рекультивация земель, маслинка, кореневі системи, продуктивність.

**Виявленны особенности формирования корневых систем лоха узколистного на рекультивированных землях в разнокачественных лесорастительных условиях, их специфика как по фракционному распределению, так и по поведению в отдельных субстратах.**

*Ключевые слова:* рекультивация земель, лох, корневые системы, продуктивность.

**The peculiarities of formation of the root systems of narrow-leaved *Elaeagnus* on the reclaimed lands of heterogeneous site conditions, their specificity as to the fractional distribution and the behavior of individual substrates.**

*Key words:* reclamate lands, elaeagnus, roots systems, productivity.

При оптимізації техногенних ландшафтів вивчення кореневих систем набуває особливо великого значення, оскільки структурні та продукційні зміни в деревостані є реакцією насадження на лімітуючі фактори життя рослини, пов'язані в першу чергу з едафотопом. Поведінка підземних органів рослин у техноземах вивчена недостатньо. Це пов'язано з великою різноманітністю лісорослинних умов, які виникають у місцях порушення та відтворення земель, з різною природою і джерелами деструкції території, способами рекультивації, кліматичними умовами, широким асортиментом деревинно-чагарникових порід, що застосовуються під час рекультивації або дослідження, які проводилися на ранніх стадіях розвитку деревостану [1 – 3; 7 – 10; 11; 13]. Метою нашої роботи було виявлення характеру розподілу коренів маслинки вузьколистої залежно від віку деревостану та стратиграфії технозему в умовах Дніпровського буровугільного басейну на межі степової та лісостепової зони України.

**Об'єкт і методи досліджень.** Дослідження проводили на рекультивованих землях Семенівсько-Головківського розрізу Дніпровського буровугільного басейну на чотирьох варіантах техноземів у насадженнях маслинки вузьколистої (*Elaeagnus angustifolia* L.).

**Варіант 1** – едафотоп представлений технічною сумішшю важких суглинків, червоно-бурих і вуглистих глин. Тип лісорослинних умов – СГ<sub>1-2</sub>. 30-річні насадження маслинки вузьколистої досягли 9 м у висоту і 23 см у діаметрі стовбура.

На одному гектарі зареєстровано 240 стовбурів, сума площ перерізу – 10,29 м<sup>2</sup>/га. Тип екологічної структури освітлений, відповідає III віковому ступеню розвитку (зрідження). Зімкненість крон – 0,4.

**Варіант 2** – едафотоп представлений у верхньому 40 см шарі лесоподібним суглинком, глибше – середніми глинами. Тип лісорослиних умов – СГ<sub>0-1</sub>. Насадження маслинок у 28-річному віці досягли 6,8 м у висоту і 18 см у діаметрі стовбура. Зареєстровано стовбурів 138 екз./га, сума площин перерізу – 3,6 м<sup>2</sup>/га. Насадження мають освітлену екологічну структуру, належать до III вікового ступеня розвитку. Зімкненість крон – 0,3.

**Варіант 3** – едафотоп має таку стратиграфію: 0 – 30 см – ґрунтова маса чорнозему звичайного; 30 см і глибше – вуглиста глина. Тип лісорослиних умов – СГ<sub>1</sub>. Насадження у 21-річному віці досягли 5,5 м у висоту і 15 см у діаметрі стовбура. Мають напівтіньову структуру, належать до II вікового ступеня розвитку (жердняк). Кількість стовбурів на одному гектарі – 2 612. Сума площин перерізів склала 46,19 м<sup>2</sup>/га. Зімкненість крон – 0,7.

**Варіант 4** – едафотоп складений третинними відкладами важкого гранулометричного складу – легкими і середніми глинами різних кольорів (вогнетривкими глинами червоного, бузкового, рожевого, сірого, сіро-бурого, зеленуватого кольору); нижче 15 см по всьому профілю відмічається вкраплення бурого вугілля. Тип лісорослиних умов – Г<sub>2</sub>. Висота деревостану в 15-річному віці склала 6,3 м, діаметр стовбура 13 см. Сума площин перерізів – 36,01 м<sup>2</sup>/га. Тип екологічної структури напівтіньовий, перебуває у стадії розвитку до зімкнення крон та жердняк. Кількість стволів на одному гектарі – 2 650. Зімкненість крон 0,8.

Особливості будови кореневих систем вивчали методами буріння, зрізу та монолітів [4 – 6; 12; 14; 15].

Кількісний облік підземної частини рослин здійснювався буровим методом і методом монолітів. Відбір зразків здійснювався ручним буром з діаметром 78 мм через кожні 10 см з 10-кратною повторністю. З витягнутого ґрунту виділяли коріння шляхом відмивання з поділом їх на фракції: тонкі (активні) – з діаметром 0,5 – 1 мм, напівскелетні – від 1 до 2 мм і скелетні – понад 2 мм. Паралельно відбирали моноліти розміром 20 × 20 см на всю корененасичену потужність. Для вивчення особливостей росту і розподілу кореневих систем використовували траншейний метод.

**Результати та їх обговорення.** Характерною рисою першого варіанта є едафотоп, у якому після 30-річного освоєння маслинок відбувається диференціація ґрунтового профілю важких суглинків на три горизонти. У верхньому 20-см шарі чітко виражені початкові стадії ґрунтоутворення, які проявляються в накопиченні гумусу, розуцільненні, утворенні пилюватої та дрібногрудкуватої структури, наявності великої кількості ходів комах і кільчастих хробаків. Це сприяло залученню нижчого шару суглинку (20–30 см) для формування верхнього ярусу скелетних коренів (табл.). У цій частині едафотопу сконцентровано 43,3 % коренів від загальної їх маси. Фракційне співвідношення показало переважання скелетних коренів – 71 %; напівскелетні склали – 16 й активні – 13 %.

У горизонті 30–60 см відбувається формування наступного ярусу скелетних коренів, як правило, другого і третього порядків. Даний шар характеризується пластинчастою структурою, щільним складанням і наявністю включень бурого вугілля і червоно-бурих глин. Порівняно з верхнім горизонтом у ньому відбувається зменшення продуктивності коренів удвічі і зміни у фракційному складі – збільшення частки участі напівскелетних і активних коренів відповідно до 25 і 26 %, за рахунок скелетних коренів (49 %). Характерною особливістю є розташування скелетних коренів у зоні переходу до наступного горизонту (50–60 см), що відрізняється безструктурністю та дуже щільним складом ґрунту.

**Вертикально-фракційний розподіл коренів маслинки вузьколистої в технозомах із різною стратиграфією та потужністю відсіпки субстратів, т/га**

Глибина, см	Варіант 1			Варіант 2			Варіант 3			Варіант 4		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0–10	9,23	1,38	5,59	9,05	1,64	5,96	11,40	2,67	7,33	8,08	1,82	4,95
10–20	10,51	1,30	7,74	4,78	0,89	3,25	23,09	2,68	16,57	6,82	0,98	4,76
20–30	10,98	1,23	8,58	3,59	0,82	2,09	7,78	2,41	3,86	3,13	0,93	1,14
30–40	4,63	1,23	2,06	9,00	0,58	7,94	8,63	2,14	4,26	11,81	5,54	1,00
40–50	3,77	1,14	1,65	2,61	0,68	1,57	10,12	2,56	5,54	8,36	3,39	2,38
50–60	6,75	1,62	3,69	4,16	1,31	2,10	11,73	2,15	7,39			
60–70	3,99	1,23	1,53	5,49	1,25	3,41	10,10	2,37	5,82			
70–80	3,63	0,99	1,63	3,97	0,96	1,97	8,59	1,73	4,93			
80–90	3,40	0,85	2,00	3,17	1,25	1,21	8,63	1,64	5,14			
90–100	2,79	0,99	1,16	3,38	1,06	1,44	7,27	1,57	4,18			
100–110	2,19	0,89	0,62	2,74	0,75	1,43	9,40	1,89	6,14			
110–120	2,77	0,83	1,20	2,45	0,81	1,20	8,07	1,93	4,28			
120–130	2,12	0,73	0,82	2,26	0,71	0,81	9,18	2,11	5,06			
130–140	2,15	0,72	0,83	2,31	0,71	1,06	8,84	1,73	5,64			
140–150	2,06	0,85	0,72	1,49	0,45	0,70	8,30	1,98	4,92			
Загальна маса, т/га	70,96	15,97	39,83	60,43	13,85	36,13	151,12	31,54	91,06	38,20	12,67	14,24

Примітка:

1 – загальна підземна фітомаса; 2 – підземна фітомаса коренів діаметром менше 1 мм; 3 – підземна фітомаса коренів діаметром більше 2 мм.

У горизонті 60–150 см відбувається поступове зменшення продуктивності коренів і перерозподіл між окремими фракціями. Так, кількість скелетних коренів зменшується до 42 % і за рахунок них відбувається збільшення активних коренів до 32 %. У нижній частині кількість коренів не велика, вони мало галузяться й розвиваються під кутом. У процесі росту корені, обходячи перешкоди (ущільнені ділянки субстрату, включення каолінової глини, вугілля, каміння), набували різноманітних форм (плоскі, утворення у вигляді куль, різноманітно зігнуті). Через високу щільність коренева система заповнює всі можливі місця, що мають сприятливі умови, а саме щілини, місця з меншою щільністю та вторинне використання ходів, що залишились від старих коренів.

Таким чином, у 30-річному віці підземною частиною маслинки вузьколистої на важких суглинках було накопичено 70,96 т/га абсолютно сухої маси. З них корені діаметром 0,5 – 1 мм становили 23 %, корені діаметром 1–2 мм – 21 %, корені діаметром понад 2 мм – 56 %. Коренева система пристосовувалась до особливостей едафотопу. В поведінці коренів спостерігаються піки галуження скелетних коренів, які припадають на зони з максимальним накопиченням маси кореневою системою. Перший пік пов'язаний з верхнім шаром, що є місцем найактивнішого обміну речовин та ґрунтоутворення. Другий пік спостерігається при зміні ґрунтових умов на межі субстратів із різною щільністю та структурою. В дуже щільних безструктурних горизонтах присутність щілин різної природи дозволяє кореневій системі на різних глибинах знаходити місця для свого подальшого розвитку.

Характерною особливістю другого варіанта є наявність у верхньому 40-см шарі зональних ґрунтовірних порід – лесоподібних суглинків, покладених на глини, і більш посушливих умов. У таких умовах кореневою системою максимально освоюються лесоподібні суглинки (найбільш гумусований шар 0–10 см і шар 30–40 см, розташований в місці контакту їх із глинами). У цій частині едафотопу зосереджено 44 % кореневої маси, фракційний склад яких був такий: скелетні корені – 73, напівскелетні – 12, тонкі – 15 %.

Нижчерозташовану потужність технозему глинистого гранулометричного складу можна поділити на дві частини. Перша – 40–70 см, яка активно освоюється корінням, формуючи ярус скелетних коренів II–III порядків, і друга – 70–150 см, у якій відбувається поступове зменшення маси коренів. Слід зазначити, що в цих частинах відбувається і перерозподіл фракційного складу. Так, у шарі 40–70 см скелетні корені складають 58 % із наступним зменшенням у нижчерозташованому шарі до 45, а співвідношення напівскелетних і активних коренів, навпаки, збільшується відповідно з 16 до 24 % і з 26 до 31 %.

Таким чином, у 28-річному віці підземною частиною маслинки вузьколистої в цих лісорослинних умовах було накопичено 60,43 т/га абсолютно сухої маси. З них корені діаметром 0,5 – 1 мм становили 23, корені діаметром 1–2 мм – 17, корені діаметром понад 2 мм – 60 %. Коренева система формувала два яруси, які прив'язувались до особливостей едафотопу. Перший ярус формувався в лесоподібних суглинках, другий – у верхньому 30 см шарі глини.

Характерною особливістю третього варіанта є наявність у конструкції технозему чорнозему звичайного потужністю 25–30 см, нанесеного на вуглисті глини. Як показали дослідження, якісна відмінність даного горизонту від гірських порід стала ефективним стимулятором для освоєння кореневою системою маслинки даної моделі технозему. Присутність родючого шару дозволила кореневій системі максимально використовувати наданий їй сприятливий ресурс, що проявилось у найбільшій продуктивності коренів у шарі 0–30 см порівняно з усіма іншими варіантами. В родючому шарі ґрунту було накопичено коренів 28 % від загальної їх маси. Їх фракційний розподіл мав такий вигляд: скелетні корені – 66, напівскелетні – 16, активні – 18 %.

Нижня частина – 30–150 см. Загальна маса коренів становить 108,85 т/га. Майже 60 % за масою складають скелетні корені 63,31, напівскелетні 21,75, активні – 23,79 т/га. В цій зоні корені розподілені доволі рівномірно, без різких підвищень, спостерігається кілька слабо виражених піків на глибині 50–60 та 100–110 см. Піки росту зумовлені утворенням щілин у техносуміші, що зменшує щільність субстрату.

У формуванні кореневої системи велику роль відіграють щілини, що зменшують щільність субстрату. Також по всьому профілю розвиваються корені діаметром менше 0,3 см та довжиною до 30 см, це відгалуження від коренів, що формують яруси, саме вони забезпечують рівномірність розподілу коренів.

Таким чином, за 21 рік на даному варіанті була накопичена максимальна кількість абсолютно сухої маси коренів – 151,12 т/га. Підземна частина мала такий фракційний склад: корені діаметром 0,5–1 мм – 21, корені діаметром 1–2 мм – 19, корені діаметром понад 2 мм – 60 %. Коренева система формувала два яруси. Перший ярус містився в шарі чорнозему звичайного, який сприяв росту та розвитку другого ярусу на глибині 30–70 см у верхній частині вуглистих глин. Слід відзначити високу корененасиченість (по всій потужності) у всій коренезаселеній товщі технозему, що свідчить про сприятливі лісорослинні умови, створені субстратами, які брали участь у рекультивації цієї території.

Особливістю четвертого варіанта був едафотоп, складений третинними відкладами важкого гранулометричного складу – легкими і середніми глинами різних кольорів (вогнетривкими, каоліновими глинами червоного, бузкового, рожевого, сірого, сіро-бурого, зеленуватого кольору); нижче 15 см по всьому профілю відмічались домішки бурого вугілля.

У даних умовах коріння освоює тільки верхні 50 см технозему. В глибше розташовані шари коріння не проникає через важкий гранулометричний склад гірських порід, що володіють несприятливими фізичними, фізико-механічними і водно-фізичними властивостями. Основна маса скелетних коренів зосереджена

в шарі 0–20 см і представлена корінням із діаметром 1,5–0,5 см, розташованим у горизонтальному напрямку. По мірі просування в глибину едафотопу відбувається міжфракційне вирівнювання співвідношення коренів (шар 20–30 см) із подальшим домінуванням тонких коренів у шарі 30–50 см.

Таким чином, за 15 років на даному варіанті кореневою системою маслинок вузьколистої було накопичено 38,20 т/га. Корені діаметром 0,5 – 1 мм представлені 33, корені діаметром 1–2 мм – 30, корені діаметром понад 2 мм – 37 %. Використання третинних глин у корененасиченому шарі небажане через їх несприятливі властивості. Можливе їх застосування при конструюванні техноземів для регуляції потужності родючих та потенційно родючих субстратів, як підстилкової гірської породи, що в умовах дефіциту вологи може виступати як водотрив.

Участь каолінових глин у формуванні техноземів лімітує ріст і розвиток підземної частини маслинок, перешкоджаючи проникненню коренів. Коренева система освоює тільки шар, складений з придатних і потенційно-придатних субстратів, який розташовується над несприятливими гірськими породами. В умовах з обмеженим життєвим простором на перше місце виходить потужність відсіпання сприятливих гірських порід, яка і буде коренезаселеним шаром для насаджень маслинок. Для таких конструкцій характерне відносно рівномірне співвідношення фракцій коренів. Так, скелетні корені складають 37, напівскелетні – 30, активні – 33 %, тобто відбувається максимально сконцентроване освоєння деревостаном наданого едафічного життєвого об'єму.

Слід зазначити однакову тенденцію у співвідношенні фракцій коренів у техноземах із різною стратиграфією, що властиво для всіх едафотопів, у формуванні яких не застосовувалися субстрати, які обмежують коренезаселений шар. За цими показниками скелетні корені складають 56–60, напівскелетні – 17–21, активні – 22–23 %. Як бачимо, незначні коливання можуть бути на рівні неактивних (скелетних та напівскелетних) фракцій.

**Висновки.** Коренева система маслинок вузьколистої має дуже високу пластичність, тобто тонко реагує на різноякісні субстрати, які складають техноземи.

Основна маса коренів зосереджена у верхньому 30–40-см горизонті. Маса складає 40–42 % від загальної підземної фітомаси. В нижчерозташованих горизонтах відбувається різке зниження продуктивності. Локальні збільшення кореневої маси в них прив'язуються до контактних зон при зміні складу та властивостей ґрунтовірних порід.

Використання насипного шару чернозему звичайного дало максимальний ефект у накопиченні кореневої маси; крім того, послугувало добрим стимулятором для освоєння нижчерозташованих горизонтів, сформованих із гірських порід.

Використання каолінових та вуглистих глин у коренезаселеному шарі небажане через несприятливі фізичні та водно-фізичні властивості. Можливе їх використання як підстилкових гірських порід, які в умовах дефіциту вологи можуть виступати як водотриви та обмежувачі коренезаселеного шару, або як екран на межі з фітотоксичними та несприятливими для нормального росту та розвитку рослин субстратами.

Лімітуючим фактором, який обмежує ріст та розвиток кореневої системи маслинок, є щільність техноземів. У місцях контакту гірських порід із різною щільністю над більш щільним горизонтом формується новий ярус скелетних коренів із подальшим їх галуженням. Проникнення в нижчерозташовані шари ґрунту пов'язане з великими труднощами. В умовах високої щільності спостерігається вторинне освоєння коренями місць, де вони росли раніше.

Зміна фракційного складу залежить від віку насадження. На ранніх стадіях розвитку формуються скелетні корені діаметром 0,5–3 см, що дають стимул розвитку активним (діаметром 0,5–1 мм) та напівскелетним (2–1 мм) кореням. При

переході до стадії зрідження насаджень кількісне співвідношення скелетних коренів відносно інших фракцій збільшується.

Одержані результати можуть бути залучені до прогнозування стану лісових культурбіогеоценозів степової та лісостепової зон у місцях порушення та відтворення земель із різною природою деструкції території та способами рекультивациі, а також використані під час створення нових штучних лісових насаджень у регіоні дослідження.

### Бібліографічні посилання

1. **Баранник Л. П.** Биозкологические принципы лесной рекультивации / Л. П. Баранник. – Новосибирск, 1988. – 88 с.
2. **Зверковский В. Н.** Особенности развития корневых систем древесных пород в условиях различной стратиграфии искусственных почво-грунтов рекультивируемых шахтных отвалов Западного Донбасса / В. Н. Зверковский // Мониторинговые исследования лесных экосистем степной зоны, их охрана и рациональное использование : межвуз. сб. – Днепропетровск, 1988. – С. 129–137.
3. **Калашникова И. В.** Формирование фитомассы деревьев *Betula pendula* и *B. pubescens* в культурдендроценозах и при самозарастании в условиях золоотвалов / И. В. Калашникова, З. Я. Нагимов, А. К. Махнев // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель : матер. Междунар. науч. конф., Екатеринбург, 2007. – С. 464–477.
4. **Калинин М. И.** Формирование корневых систем деревьев / М. И. Калинин. – М., 1983. – 151 с.
5. **Колесников В. А.** Методы изучения корневой системы древесных растений / В. А. Колесников. – М., 1972. – 152 с.
6. **Красильников П. К.** Методика изучения подземных органов деревьев, кустарников и лесных сообществ при полевых геоботанических исследованиях / П. К. Красильников. – М., 1960. – С. 448–473.
7. **Масюк А. Н.** Тополь черный как пионерная культура при освоении рекультивированных земель в Западном Донбассе / А. Н. Масюк // Экологические аспекты охраны и рационального использования биологических ресурсов. – Днепропетровск, 1989. – С. 33–40.
8. **Масюк А. Н.** Структурно-функциональная организация насаждений облепихи крушиновидной / А. Н. Масюк // Антропогенные воздействия на лесные экосистемы степной зоны. – Днепропетровск, 1990. – С. 101–112.
9. **Масюк А. Н.** Особенности накопления энергии и зольных веществ в биогеогоризонтах тополя Новоберлинского на рекультивированных землях / А. Н. Масюк // Кадастровые исследования степных биогеоценозов Присамарья Днепропетровского, их антропогенная динамика и охрана. – Днепропетровск, 1991. – С. 147–156.
10. **Масюк А. Н.** Анализ первичной продуктивности насаждений робинии лжеакации на рекультивированных землях степного Приднепровья / А. Н. Масюк // Вісник Дніпропетр. ун-ту. – Днепропетровск, 2006, № 3/1 Сер. Біологія, екологія – С. 118–125.
11. **Масюк А. Н.** Влияние мощности отсыпки рекультивированного эдафотопы на структуру и продуктивность древостоя облепихи крушиновидной в условиях степи Украины / А. Н. Масюк // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель : матер. Междунар. науч. конф., Екатеринбург, 2007. – С. 464–477.
12. **Рахтеенко И. Н.** Корневые системы древесных и кустарниковых растений / И. Н. Рахтеенко. – Минск, 1963. – 138 с.
13. **Травлев А. П.** Биогеоценотический покров Западного Донбасса, его техногенная динамика и оптимизация / А. П. Травлев, В. А. Овчинников, В. Н. Зверковский и др. – Днепропетровск, 1988. – 72 с.
14. **Усольцев В. А.** Методы определения биологической продуктивности насаждений / В. А. Усольцев, С. В. Залесов. – Екатеринбург, 2005. – 147 с.
15. **Bohm W.** Methods of studying root systems / W. Bohm. – Berlin, Heidelberg, New York : Springer Verlag, 1979. – 188 p.

*Надійшла до редколегії 15.04.2013.*