

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

ПРОЦЕНКО ІГОР АНАТОЛІЙОВИЧ

УДК 630*26:626.87

**МЕЛІОРАТИВНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗАХИСНИХ
ЛІСОВИХ НАСАДЖЕНЬ НА РЕКУЛЬТИВОВАНИХ ВІДВАЛАХ
ЮРКІВСЬКОГО БУРОВУГІЛЬНОГО КАР'ЄРА**

06.03.01 «Лісові культури та фітомеліорація»

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата сільськогосподарських наук

Київ – 2021

Дисертацією є кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису

Робота виконана у Національному університеті біоресурсів і природокористування України Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник доктор сільськогосподарських наук, професор
Юхновський Василь Юрійович,
Національний університет біоресурсів
і природокористування України,
професор кафедри відтворення лісів
та лісових меліорацій

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук, доцент
Геник Ярослав Вячеславович,
Державний вищий навчальний заклад
«Національний лісотехнічний університет України»,
завідувач кафедри ландшафтної архітектури,
садово-паркового господарства та урбоекології

доктор сільськогосподарських наук, професор
Шлапак Володимир Петрович,
Уманський національний університет садівництва,
завідувач кафедри лісового господарства

Захист відбудеться «23» квітня 2021 року о 09⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.004.09 у Національному університеті біоресурсів і природокористування України за адресою: 03041, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 15, навчальний корпус № 3, кімната 309

З дисертацією можна ознайомитися у науковій бібліотеці Національного університету біоресурсів і природокористування України за адресою: 03041, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 13, навчальний корпус № 4, кімната 41а

Автореферат розіслано «20» березня 2021 року

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

А. Г. Лащенко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Сьогодні практично всі території промислових районів України, що порушені через видобуток корисних копалин та їх переробки, віднесено до техногенних ландшафтів. Юрківський вугільний розріз є складовою частиною Звенигородського буровугільного району. Видобуток сировини було зорієнтовано на виготовлення паливних брикетів і проведено відкритим способом. Глибина кар'єру після закінчення розробки у 1970 р. сягала 50 м. Важливими аспектами лісової рекультивації та відновлення девастрованих ландшафтів, є повернення землі у господарське використання, попередження негативних наслідків природно-територіальних комплексів, створення на місці порушених земель більш продуктивних і раціонально організованих елементів культурних ландшафтів, покращення умов навколишнього середовища. Про це свідчать праці науковців близького і далекого зарубіжжя: W. Knabe, 1962, 1965; R. Hill, 1971, 1991; Л. П. Баранника, 1970, 1988; В. Н. Данька, 1975, 1977; Б. Й. Логінова, Л. С. Киричка, 1973, 1979; Ф. М. Бровка, 1998, 2000, 2009; А. П. Травлєєва, 1988; В. П. Кучерявого, 2003, 2006, 2015; Р. Н. Панаса, 1989; В. М. Зверковського, 1991, 1997; У. Б. Башуцької, 2006; Я. В. Геніка, 2009, 2014, 2019 та ін.

Лісові насадження Юрківського буровугільного кар'єру протягом свого росту й розвитку за піввіковий період безперечно проявили позитивний меліоративний вплив на рекультивовані відвали. Цей вплив зумовлює як продуктивність самих насаджень, так і позитивні зміни на зайнятих ними територіях упродовж всього періоду росту і розвитку, а тому існує нагальна потреба у його вивченні, оцінці, аналізу, узагальненні і поширенні рекомендацій щодо проведення лісової рекультивації на порушених ландшафтах.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційне дослідження пов'язано з виконанням науково-дослідної роботи «Обґрунтувати ефективність полезахисного лісорозведення та розробити нормативи біологічної продуктивності за компонентами надземної фітомаси смугових насаджень Лісостепу України» (номер державної реєстрації 0109U007112), де здобувач залучався як виконавець окремих підрозділів.

Мета та завдання дослідження. Мета дисертаційного дослідження полягала у виявленні меліоративних властивостей захисних лісових насаджень на рекультивованих відвалах Юрківського буровугільного кар'єра для удосконалення технологій створення та формування лісомеліоративних насаджень з високими захисними властивостями.

Для досягнення мети передбачалося вирішення таких завдань:

- провести обстеження лісових насаджень на предмет визначення санітарного стану та виконання ними захисних функцій;
- на дослідних об'єктах визначити лісівничо-таксаційні та лісо-меліоративні показники, здійснити лісівничо-меліоративну оцінку захисних лісових насаджень;

– встановити показники кількісного і якісного впливу протиерозійних насаджень різного видового складу на: морфологічні ознаки ґрунту, його агрохімічні і водно-фізичні властивості, розвиток ґрунтоутворювального процесу, будову та поширення кореневих систем, морфолого-фракційну характеристику лісової підстилки;

– виявити особливості росту і динаміки продуктивності деревостанів головних лісоутворювальних видів у різних лісорослинних умовах меліоративного фонду.

Об'єкт дослідження – захисні лісові насадження на рекультивованих землях Юрківського буровугільного кар'єра.

Предмет дослідження – санітарний стан, меліоративні властивості, особливості росту і продуктивності захисних лісових насаджень різного видового складу.

Методи дослідження. Лісівничо-меліоративні дослідження проводилися за типовими в лісівництві, лісовій меліорації та лісовій таксації методиками. Вплив лісомеліоративних насаджень на формування лісового середовища та ґрунтоутворювальні процеси досліджували за методиками, застосованими у ґрунтознавстві, агрономії та агролісомеліорації. Опрацювання польових даних, порівняння одержаних результатів, моделювання росту і продуктивності насаджень виконано із застосуванням математико-статистичних методів.

Наукова новизна одержаних результатів. Основні положення роботи, які визначають новизну наукових результатів, полягають у наступному:

вперше для рекультивованих земель Юрківського буровугільного кар'єру проведено комплексні дослідження меліоративних властивостей захисних лісових насаджень головних лісоутворювальних видів, їх впливу на лісорослинні умови техногенних територій;

встановлено санітарний стан, особливості росту і продуктивність лісомеліоративних насаджень на техногенно-порушених територіях;

поглиблено дослідження щодо впливу захисних лісових насаджень на ґрунтоутворювальні процеси, формування лісової підстилки, агрохімічні та водно-фізичні властивості рекультивованого шару ґрунту;

доповнено дані про особливості росту та фітомеліоративні властивості дуба червоного на рекультивованих землях.

Практичне значення одержаних результатів. Практичне значення наукових результатів досліджень полягає у можливостях їх використання суб'єктами господарювання для формування лісомеліоративних насаджень з високими захисними і рекреаційними властивостями на землях техногенних ландшафтів після відкритих гірничих розробок. Результати дисертаційних досліджень впроваджено в ДП «Звенигородське лісове господарство» Державного агентства лісових ресурсів України.

Окремі положення і висновки дисертації використовуються в навчальному процесі Навчально-наукового інституту лісового і садово-паркового господарства Національного університету біоресурсів і природокористування України при викладанні навчальних дисциплін «Основи гідротехнічної меліорації лісових земель», «Лісова меліорація», «Системи

захисту ґрунтів від ерозії» у підготовці фахівців ОС «Бакалавр» і «Магістр» за спеціальністю «Лісове господарство».

Особистий внесок здобувача. Дисертацію виконано особисто здобувачем. Автором проведено літературний пошук, опрацьовано методики, зібрано увесь польовий матеріал, здійснено математико-статистичну обробку польових матеріалів та аналіз одержаних результатів. Сформульовані в дисертації наукові положення, висновки та пропозиції виробництву належать особисто авторові та є його науковим доробком.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертації та результати досліджень доповідалися на: Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених «Актуальні проблеми наук про життя та природокористування» (м. Київ, 2015 р.); IV Всеукраїнській науково-практичній конференції студентів, магістрів, аспірантів і молодих вчених «Ліс, наука, молодь» (м. Житомир, 2016 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Стале управління лісовим комплексом та збалансований розвиток урболандшафтів» (м. Київ, 2018 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Перспективи екосистемного менеджменту у лісовому комплексі та садово-парковому господарстві» (м. Київ, 2019 р.); Міжнародній науково-практичній конференції студентів і молодих вчених «Молодь і поступ біології» (м. Львів, 2019 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Відтворення лісів та лісова меліорація в Україні: витоки, сучасний стан, виклики сьогодення та перспективи в умовах антропоцену» (м. Київ, 2019 р.); VIII Всеукраїнській науково-практичній конференції «Ліс, наука, молодь» (м. Житомир, 2020 р.).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 14 наукових праць, з яких 5 статей у наукових фахових виданнях України, у тому числі включених до міжнародних наукометричних баз даних, стаття у періодичному науковому виданні іншої держави, яка входить до Організації економічного співробітництва та розвитку та/або Європейського Союзу, патент України на корисну модель, 7 тез наукових доповідей.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається з анотацій, вступу, п'яти розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел і додатків. Дисертацію викладено на 224 сторінках. Фактичний матеріал систематизовано у 19 таблицях, ілюстровано 43 рисунками. Список використаних джерел містить 241 найменування, з яких 36 латиницею.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Розділ 1 «Аналітичні аспекти лісової рекультивації». У розділі окреслено термінологічно-понятійний апарат рекультивації земель. Зазначається, що поширення терміну рекультивація відбувалося разом з розвитком відкритого способу добування корисних копалин. З кожним роком площа порушених ландшафтів збільшується, а природні процеси не в силах подолати наслідки господарської діяльності людини (Бровко Ф. М., 2009, 2012; Генік Я. В., 2015).

Ретроспективний аналіз рекультиваційних робіт за кордоном засвідчив, що перші спроби відновлення земель здійснено на початку ХХ ст. в Англії та Німеччині на старопромислових територіях, де постали гострі протиріччя між вугледобувною промисловістю, яка руйнувала родючі землі, та сільським господарством (Knabe W., 1965; Hill R., 1995, Колядний М. Ф., 1976). У Німеччині рекультивація здійснюється з часу введення в експлуатацію Рейнського буровугільного басейну з 1928 р. У США за період 1939–1970 рр. із порушених гірничими роботами 1,3 млн га рекультивовано і повернено в агрокористування 250 тис. га земель, які вважалися безповоротно втраченими для господарської діяльності (Hill R., 1995).

Особливо складним виявилось вирішення питань рекультивації глибоких кар'єрів, що залишалися в результаті відкритого видобутку корисних копалин і досягали глибини в кілька десятків, а то й сотні метрів. На таких об'єктах постало завдання створення культурних ландшафтів з розвитком лісового, рекреаційного і водного напрямів рекультивації. Значний досвід у цьому плані набутий в Англії (Brown L., Jackson C., 1984), Німеччині (Knabe W., Koller M., 1962), Чехії (Patejdl T., Skorkova M., 1965); Словаччині (Реуце К., Кирстя С., 1986), Естонії (Каар Э. В., 1989), Польщі (Панас Р. Н., 1989).

Першими об'єктами рекультивації порушених земель в Україні стали терикони Донбасу, досвід озеленення яких висвітлено у працях А. І. Зражевського (1951), Е. Н. Кондратюка (1974, 1985), Б. Й. Логгінова, Л. С. Киричка (1978), И. И Коршикова, С. П. Жукова (2008).

Дослідженню лісової рекультивації відкритих виробок буровугільних, залізнорудних, каолінових, марганцевих відвалів та інших девастрованих ландшафтів присвячено роботи В. Н. Данька (1975, 1977), Б. Й. Логгінова (1973, 1979), Н. Т. Масюк (1974, 1975), Л. В. Єстеревської (1977), Ф. М. Бровка (1979, 1998, 2009), А. П. Травлеєва (1981, 1988), Р. Н. Панаса (1989), В. М. Зверковського (1991, 1998), В. П. Кучерявого (2003, 2006), Г. М. Мануїлової (2004), У. Б. Башуцької (2006), Я. В. Геника (2007, 2010, 2012, 2015, 2019) та ін. У працях вчених досліджено асортимент деревно-кущових видів та їх особливості росту і розвитку, рекомендовано технології створення лісових культур й лісівничого догляду за ними, заходи з оздоровлення ослаблених захисних насаджень тощо. Аналіз праць вчених засвідчує, що лісова рекультивація є найпоширенішим способом освоєння та відновлення порушених ландшафтів, оскільки певні деревні види успішно зростають на бідних землях і не потребують вирівнювання промислових відвалів, на відміну від сільськогосподарських культур, а їх захисні, меліоративні, рекреаційні та екосистемні функції підвищують еколого-економічну ефективність девастрованих ландшафтів.

Розділ 2 «Фізико-географічний опис, природні умови і лісомеліоративний фонд об'єкта дослідження». Юрківський вугільний розріз є складовою частиною Дніпровського буровугільного басейну, в склад якого входить група родовищ бурого вугілля в центральній частині України. Вугленосність басейну приурочена до бучацьких відкладень, де простежується від одного до трьох пластів бурого вугілля. Зокрема промисловим є нижній

і середній шари, які мають складну будову з потужністю до 21 м при глибині залягання 30–150 м. За фізико-географічним районуванням Черкаської області, територія об'єкту дослідження є Притікичським лісорослинним районом.

Територія Юрківського буровугільного кар'єра в геологічному відношенні відноситься до Українського кристалічного масиву, який представлений докембрійськими кристалічними породами, вкритими товстим шаром кори вивітрювання з відкладеннями лесів та лесовидних суглинків.

Залежно від геологічної будови територія об'єкту дослідження представлена світло-сірими та темно-сірими лісовими ґрунтами, які утворилися в процесі опідзолення чорноземів. Ґрунти регіону характеризуються легким механічним складом, сприятливим повітряним режимом, високою водопроникністю, швидко прогриваються. Водночас, вони мають низку негативних властивостей, а також легко піддаються вітровій ерозії. Мінеральний режим цих ґрунтів потребує регулювання, корекції родючості і поживних речовин. Особливо це відноситься до ґрунтів на об'єкті лісової рекультивациі, які є переміщеними з високим вмістом важких металів та дегуміфікованого верхнього горизонту ґрунту.

Нині лісовий фонд у межах Юрківського буровугільного кар'єру становить 650,3 га і територіально локалізується в межах ДП «Звенигородське лісове господарство». Площа вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок становить 604,0 га, тобто 92,9 % від загальної площі лісомеліоративного фонду рекультивованих територій. У видовому складі деревостанів майже порівну займають як шпилькові (51,0 %), так і листяні (49,0 %) види. Головними видами у складі хвойних насаджень виступають сосна звичайна, яка займає 287,7 га або 47,6 % площі, та сосна кримська (20,6 га) із часткою у видовій структурі 3,4 %. Серед листяних насаджень головними видами є дуб звичайний, що зростає на площі 71,7 га або 11,9 % площі вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок, робінія псевдоакація – 122,4 га (20,3 %), клен ясенелистий – 45,5 га (7,5 %), береза повисла – 25,8 га (4,3 %).

У віковій структурі переважають середньовікові насадження – 487,6 га або 80,7 %. Насадження V класу віку, які віднесено до пристиглих, зростають на площі 101,2 га або 16,8 %. Середній вік насаджень становить 42 роки.

Загалом у лісовому фонді переважають насадження I класу бонітету, які займають 51,8 % площі. Значна частка насаджень I^a і II класів бонітетів, які становлять 10,7 і 27,7 % відповідно. Насадження з низькою продуктивністю становлять 9,8 % і представлені переважно кленом ясенелистим та вербою ламкою. Отже, досліджувані лісомеліоративні насадження виконують окрім захисної, ще й продукційну функцію і відповідають умовам зростання на техногенно порушених ландшафтах, що за лісотипологічною шкалою оцінюється як умови свіжої судіброви.

Розділ 3 «Програма, методика досліджень і характеристика польового матеріалу». Для реалізації поставлених завдань з виявлення меліоративних властивостей захисних насаджень на рекультивованих відвалах буровугільного кар'єра було розроблено програму, алгоритм якої відображено у табл. 1.

Етапи та алгоритм програми досліджень

Етап, роки	Завдання	Алгоритм дій, деталізація
I (2016–2018)	Літературний пошук за проблемою лісова рекультивація техногенних ландшафтів	<ul style="list-style-type: none"> – техногенні ландшафти, їх утворення, формування і етапи рекультивації; – узагальнення світового і вітчизняного досвіду відновлення техногенних ландшафтів з використанням біологічних методів рекультивації; – види деревних рослин придатних для використання на рекультивованих землях; – технології заліснення порушених територій
II (2016–2017)	Характеристика регіону та об'єктів досліджень	<ul style="list-style-type: none"> – аналіз кліматичних умов регіону досліджень; – орографічні, геологічні та ґрунтові умови регіону досліджень і рекультивованих територій; – лісовий фонд, видова і вікова структура захисних насаджень на рекультивованих землях
III (2016–2018)	Польові дослідження захисних насаджень на рекультивованих землях	<ul style="list-style-type: none"> – вибір об'єктів досліджень, місць закладання пробних площ; – проведення лісівничо-таксаційних досліджень з використанням методу перелікової таксації та описом елементів лісового насадження; – встановлення санітарного стану насаджень за даними кругових пробних площ; – проведення ґрунтових досліджень із взяттям зразків ґрунту і описом ґрунтових профілів за горизонтами; <ul style="list-style-type: none"> – відбір зразків лісової підстилки для встановлення її фракційного складу; – взяття kernів ґрунту для встановлення вмісту провідного і фізіологічно активного коріння у горизонтах ґрунту; – заміри твердості ґрунту у насадженнях різних вікових категорій і ґрунтових відмінностей; – заміри водопроникності ґрунту у захисних насадженнях
IV (2017–2019)	Камеральна обробка результатів польових досліджень	<ul style="list-style-type: none"> – статистична обробка польових матеріалів, моделювання росту і продуктивності деревостанів, обчислення індексу санітарного стану насаджень; – аналіз зразків ґрунту у сертифікованій лабораторії; – розподіл підстилки на фракції з обчисленням вмісту активної і неактивної частин у загальній масі; <ul style="list-style-type: none"> – аналіз розподілу коріння за горизонтами
V (2018–2020)	Аналіз отриманих результатів , впровадження результатів у виробництво, підготовка дисертації	

Визначення лісівничо-таксаційних показників здійснено на 31 тимчасовій пробній площі, які закладено за загальноприйнятою у лісовій таксації методикою (Анучин Н. П., 1982; Гірс О. А., 2013). На кожній пробній площі за допомогою пристрою для відбору проб ґрунту (В. М. Малюга та ін., 2015) відібрано зразки ґрунту для визначення агрохімічних показників.

У польових умовах визначали такі показники ґрунту як: твердість, водопроникність, потужність гумусового горизонту. Твердість ґрунту вимірювали твердоміром Голубева у 20-кратній повторюваності. Водопроникність визначали за допомогою сталевих циліндрів з фіксацією часу поглинання ґрунтом води. Для визначення розподілу коріння в межах генетичних горизонтів відбирали керни через 10 см інтервали (0–10 см, 10–20, 30–40 см і т. д.). З отриманих кернів відокремлювали корені з розподілом їх на фракції: провідне – діаметром більше 2 мм і активне – до 2 мм. Об'єм коренів визначали ксилметричним методом, а масу сирого коріння зважуванням.

Агрохімічні аналізи ґрунту проводили в атестованій лабораторії Черкаської філії «Держґрунтохорона» Інституту охорони ґрунтів України згідно з загальновідомими методами. Загальний гумус визначали за методом Тюріна в модифікації Сімакова (ДСТУ 4289:2004), доступні форми фосфору та калію – за методом Чірікова (ДСТУ 4115–2002), загальний азот і легкогідролізовані сполуки азоту – модифікованим методом К'ельдаля (ДСТУ ISO 11261: 2001). Показник гідролітичної кислотності встановлювали за Каппером (ДСТУ 5041:2008), рН водної та сольової суспензій – потенціометричним методом (ISO 10390–2001).

За методикою Ю. М. Чернобая (1992) проводили визначення морфологічних характеристик лісової підстилки. При цьому оцінювали її будову, потужність, зв'язаність підстилки з ґрунтом, складання (шаруватість, пухкість, щільність), характер розподілу підстилки по площі (рівномірне, плямисте, нерівномірне), ступінь її розкладення. Визначення запасу, фракційного складу підстилки проводили за методиками М. І. Гордієнка (1979), Л. О. Карпачевського (1981), В. М. Маурера (2000).

Всього відібрано 124 зразки ґрунту, здійснено 760 замірів твердості і 380 вимірів водопроникності ґрунту. Зразки лісової підстилки і кореневих систем відібрано у кількості 20 і 96 шт. відповідно. Визначений санітарний стан насаджень на 6 виділах загальною площею 141,1 га, у яких закладено 60 кругових пробних площадок. Для визначення росту і продуктивності захисних насаджень залучено матеріали лісовпорядкування насаджень ДП «Звенигородське лісове господарство» (2014 р.) у кількості 108 виділів.

Обробку матеріалів досліджень здійснювали за допомогою програмних пакетів Microsoft Excel і спеціалізованих комп'ютерних програм з використанням методів математичної статистики.

Розділ 4 «Вплив лісових насаджень на лісорослинні властивості відвальних порід». Основним чинником, що впливає на вибір заходів із ревіталізації порушеної території, є фактичний стан фізико-механічних та фізико-хімічних властивостей рекультивованого шару ґрунту. Видобування вугілля на території Юрківського буровугільного басейну призвело до істотних змін біотичних і фізико-хімічних властивостей ґрунтів, зниження життєздатності та продуктивності рослин (табл. 2). Зазначимо, що верхній шар ґрунту представлено переміщеними насипними ґрунтами товщиною 30–40 см.

Агрохімічний аналіз ґрунту Юрківського буровугільного басейну

Номер ТПП	Квартал/ виділ	Вік, років	Склад насадження	N, мг·кг ⁻¹	P ₂ O ₅ , мг·кг ⁻¹	K ₂ O, мг·кг ⁻¹	Органічна речовина, %	Значення рН витяжок	
								СОЛЬОВОЇ	ВОДНОЇ
1	82/7	36	8Скр2Бп	127	142	420	4,89	6,50	7,10
2	82/5	38	10Сз+Бп, Акб	46	34	185	1,72	4,65	5,15
3	82/6	39	6Сз4Бп+Скр, Ос	95	21	175	2,38	4,35	5,10
7	83/10	39	7Акб2Ос1Сз+Брс	168	167	474	6,48	6,55	7,00
10	83/6	37	7Скр2Сз1Бп	82	67	188	2,95	4,75	5,85
11	86/2	–	Контроль	184	42	459	8,73	6,40	6,95
12	86/3,1	42	9Сз1Бп	212	100	324	9,92	6,20	6,55
13	86/3,2	42	9Сз1Бп	232	33	210	10,55	4,50	5,35
16	89/1,1	43	10Сз+Бп	79	50	128	3,54	7,00	7,80
17	89/1,2	43	10Сз+Бп	81	33	173	3,29	6,85	7,35
19	89/2	40	10Акб	78	100	138	3,26	6,00	6,75
20	89/9	47	9Сз1Бп	218	33	309	8,10	6,10	6,40
25	90/15	33	8Бп2Ос	84	40	155	5,21	3,90	4,25
26	90/7	47	9Сз1Бп	78	17	125	4,82	4,40	4,85
27	90/3	49	9Дч1Дз	117	20	93	3,20	4,05	4,8
30*	87/11	53	6Дз2Лпс1Клг1Яз	224	50	429	8,50	6,20	6,85
31*	87/17	53	10Акб	249	40	180	8,01	6,15	6,75

Примітка. *Не порушені ґрунти. ТПП – тимчасова пробна площа

Встановлено, що найбільший вміст загального азоту (до 232 мг·кг⁻¹) міститься у верхньому прошарку ґрунту на дослідних об'єктах Юрківського басейну і характерний для зразків, відібраних під наметом куліси сосни (ТПП 13) та куліси берези (ТПП 12) сосново-березового насадження на рекультивованих землях та у сосново-березовому насадженні (ТПП 20). Для ділянок із непорушеним ґрунтом найвищий вміст азоту (249 мг·кг⁻¹) виявлено у робінієвому насадженні на ТПП 31, високі показники також відмічено для дубово-липово-кленово-ясеневого насадження на ТПП 30. Найменший вміст азоту (до 46 мг·кг⁻¹) в цьому горизонті ґрунту виявлено на ТПП 2 – рекультивована ділянка під наметом чистого соснового насадження із незначною домішкою берези повислої та робінії псевдоакації. Загалом, малим вмістом гідролізного азоту характеризуються ґрунти на рельєфних підвищеннях, на яких створено чисті лісові культури з головним видом сосною звичайною.

Забезпеченість калієм в рухомих формах теж різниться поміж дослідних зразків. Найбільше калію виявлено в змішаному насадженні зі складом 7Акб2Ос1Сз+Брс на ТПП 7 – 474 мг·кг⁻¹, в насадженні зі складом 8Скр2Бп на ТПП 1 – 420 мг·кг⁻¹, на ділянці із непорушеним ґрунтом під наметом дубово-

липово-кленово-ясеневого насадження – $429 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$ і на контрольній ділянці (пустище) ТПП 11 – $459 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$. Низькі показники вмісту калію характерні для чистих і змішаних насаджень сосни звичайної і робінії псевдоакації, розташованих на схилах терас і вершинних частин схилів відвалів. Це ТПП 3, 10, 13, 16, 19. Вміст калію у цих насадженнях коливається в межах $125\text{--}210 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$ ваги ґрунту.

Забезпеченість в рухомих формах P_2O_5 також різноманітна. Найбільше фосфору відмічено в 39-річному насадженні на терасованих схилах зі складом 10Сз+Брс+Акб на ТПП 4 – $267 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$. Найменший вміст фосфору виявлено в пробах ґрунту, відібраних у чистих соснових і сосново-березових насадженнях ($17\text{--}34 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$). Це ТПП 2, 3, 13, 17, 20, 26.

Глибина гумусового шару ґрунту під наметом насаджень коливається від 1 до 30 см. Малопотужний гумусовий горизонт (1–5 см) притаманний ділянкам, де зростають чисті насадження сосни звичайної та мішані із домішкою берези повислої віком 37–40 років. На ТПП 16 і 17, закладених у 42-річному насадженні складом 10Сз+Бп на схилі вміст гумусу становив 3,54 і 3,29 % відповідно. У насадженнях на ТПП 20 і 26 зі складом 9Сз1Бп у віці 47 років цей показник становив 8,1 і 4,8 % відповідно. Зазначимо, що товщина гумусового горизонту під наметом насаджень із перевагою сосни кримської, складає 19–24 см. Під наметом насаджень із перевагою робінії звичайної за 38 років сформувався 7 см гумусовий горизонт. У листяних насадженнях із перевагою берези повислої товщина гумусового горизонту складає до 17 см, у тому ж віці березове насадження із домішкою сосни має товщину гумусового горизонту лише 8 см.

За показником вмісту гумусу найбільші значення властиві мішаним сосново-березовим насадженням зі складом 9Сз1Бп, створеного кулісами та 7Сз2Бп1Яле+Мде, що близькі за значеннями до показників для зразків ґрунту відібраних під наметом дубових та робінієвих насаджень на непорушених ґрунтах. Також забезпеченість гумусом як дуже високу отримали для насаджень зі складом 7Акб2Ос1Сз+Брс, 9Бп1Сз, 10Сз+Дз+Бп та 8Бп2Ос. У сосновому насадженні із домішкою береста, що зростає на терасованому схилі, ґрунтові дослідження проводилися у трьох точках схилу – у верхній, середній і нижній його частинах. Найвищі значення товщини гумусового шару і вміст гумусу мають у нижній частині схилу, де відбувається намівання родючого шару ґрунту, у середній та верхній частині схилу значення близькі.

Найефективніше на формування потужного гумусового горизонту впливають насадження із перевагою сосни кримської, а найбільший запас гумусу формується під наметом мішаних сосново-березових, робінієво-осиково-соснових, березово-соснових, а також соснових насаджень із участю у складі дуба червоного.

Твердість ґрунту у лісових екосистемах впливає на лісове середовище у сенсі вологозабезпечення, водопроникності, активізації росту корневих систем, збагаченні верхнього шару ґрунту поживними речовинами. У типових умовах на 18 тимчасових пробних площах у середньовікових насадженнях твердоміром Голубєва проводили заміри твердості верхнього горизонту ґрунту

в 20 різних місцях, вибраних у рендомізованому порядку. Виміри твердості ґрунту проводили в розпал вегетаційного періоду (на початку червня місяця) і в кінці серпня 2016 р. День виміру вибирали таким чином, щоб ґрунт був не зволожений тривалий час, тобто мінімум упродовж однієї декади місяця не випадали опади. Результати статистичної обробки значень твердості ґрунту наведено у табл. 3.

Таблиця 3

Твердість ґрунту в насадженнях різного складу

Номер ТПП	Вид насадження	Склад насадження	Період вимірювання твердості ґрунту, кг·(см ²) ⁻¹			
			червень	середнє за категорією насаджень	серпень	середнє за категорією насаджень
2	Чисті соснові	10Сз+Бп+Акб	5,5±0,87	6,2±0,76	7,3±0,44	7,7±1,08
4		10Сз+Брс+Акб	6,6±0,94		8,1±0,79	
5		10Сз+Брс+Акб	6,9±1,08		7,4±1,01	
6		10Сз+Брс+Акб	6,5±0,44		7,0±1,10	
14		10Сз+Дз+Бп	5,0±1,10		6,9±0,91	
16		10Сз+Бп	5,6±0,66		8,2±0,88	
17		10Сз+Бп	7,5±1,23		7,8±0,84	
12	Сосново-березові	9Сз1Бп	7,3±0,98	6,7±1,34	6,2±0,65	7,1±1,22
13		9Сз1Бп	7,0±1,04		7,0±0,80	
3		6Сз4Бп+Скр+Ос	5,8±1,01		7,1±0,74	
9	Сосново-дубово-кленові	7Сз1Дчр2Клг+Кля	3,9±0,65	3,9±0,87	3,7±0,59	4,5±0,66
8		7Сз1Дчр2Клг+Кля	4,0±0,32		4,7±0,83	
1	Насадження сосни кримської	8Скр2Бп	5,8±0,77	5,8±0,46	6,2±0,59	5,4±0,43
10		7Скр2Сз1Бп	5,9±0,49		6,0±0,77	
15	Мішані дубові	6Дз3Гз1Клг+Дч+Акб	4,6±1,63	4,6±1,63	5,1±1,12	5,1±1,12
19	Робінієві	10Акб	4,2±0,45	3,7±0,65	4,4±0,53	3,3±0,76
7		7Акб2Ос1Сз+Брс	3,3±0,75		4,8±0,38	
Біополяна		Контроль	7,8±1,51	7,8±1,51	8,2±1,22	8,2±1,22

Нижчі показники твердості ґрунту порівняно із сосновими насадженнями зафіксовано у мішаних дубових і робінієвих насадженнях. Феномен меншої твердості ґрунту в робінієвих насадженнях знаходить своє пояснення у поверхневій кореневій системі, яка населяє і розпушує верхній шар ґрунту, а також наявністю азотофіксуючих бактерій, які концентруються у жовнях і своєю дією пом'якшують ґрунтові частинки.

Аналіз t-критерію Стюдента засвідчив суттєву різницю між показниками твердості ґрунту на контролі (біополяна) і у всіх досліджуваних насадженнях, значення якого коливаються в межах 2,44–4,67, що перевищує критичне значення 2,09 з ймовірністю 0,95 при 20 ступенях свободи.

Не відмічено також суттєвої різниці між показниками твердості ґрунту, взятими у різний фенологічний період. У цьому випадку t-критерій Стюдента перевищував критичне значення тільки у чистих соснових насадженнях з величиною 3,8, що пояснюється ущільненням ґрунту після тривалого

посушливого вегетаційного періоду. Аналіз твердості ґрунту у насадженнях різного складу і категорій залісення земель представлено у табл. 4.

Таблиця 4

Порівняльний аналіз твердості ґрунту у насадженнях різного складу

Склад насадження	Твердість ґрунту, кг·(см ²) ⁻¹			Відхилення, %	
	дані дослідження	дані В. М. Хрика	дані Я. І. Крилова	за даними В. М. Хрика	за даними Я. І. Крилова
Чисті соснові	6,2±0,76	8,7±0,23	н. д.	40,2	–
Сосново-березові	6,7±1,34	9,0±0,34	н. д.	34,3	–
Мішані дубові	4,6±1,63	10,0±0,36	13,7±1,48	117,4	197,8
Чисті робінієві	4,2±0,45	н. д.	9,8±1,39	–	123,3
Мішані робінієві	3,3±0,75	н. д.	10,4±2,66	–	215,2

Порівняльний аналіз твердості ґрунту насаджень на рекультивованих землях з насадженнями різного складу деревних видів здійснено з результатами досліджень В. М. Хрика і Я. І. Крилова, які досліджували меліоративні властивості насаджень на яружно-балкових системах Канівських дислокацій та Уманщини відповідно.

Порівняльний аналіз показав, що соснові насадження на рекультивованих землях мають значно менші значення твердості ґрунту, ніж соснові протиерозійні насадження Канівсько-Ржищівського ерозійного лісостепового району. Різниця показників твердості коливається в межах 34,3 і 40,2 % відповідно у мішаних і чистих соснових насадженнях.

На родючих ґрунтах Уманщини твердість у два-три рази перевищувала аналогічний показник мішаних дубових і робінієвих насаджень. Таке явище пояснюється значним корененаселенням верхнього рекультивованого шару ґрунту за причиною низької родючості переміщених вуглецевих піщаних горизонтів ґрунту, розташованих нижче 30–40 см.

Вимірювання водопроникності проводили в червні 2018 р. на тимчасових пробних площах в місцях замірів твердості ґрунту. Під час визначення водопроникності ґрунту фіксували час просочування 50 мм води, яку заливали у сталевий циліндр висотою 100 мм наполовину заглиблений у ґрунт. Таким чином решту вільних 50 мм циліндра заповнювали водою. Така кількість води відповідає показнику зливого дощу. Виміри водопроникності на кожній ділянці проводили у 20-кратній повторюваності. Усереднені дані водопроникності ґрунту у насадженнях різного видового складу наведено в табл. 5.

Заміри водопроникності на дослідних ділянках показали широку варіацію часу поглинання, показник якого коливався в межах від 0,55 до 1,57 хв. Загалом водопроникність ґрунту корелює із його твердістю. Найінтенсивніше поглинання води ґрунтом відбувалося в робінієвих і мішаних дубових насадженнях, де зафіксовані значення 90,9 і 49,5 мм·хв⁻¹ відповідно. Загалом,

захисні лісові насадження на рекультивованих відвалах Юрківського буровугільного кар'єра характеризуються високими показниками водопроникності ґрунту.

Таблиця 5

**Характеристика водопроникності рекультивованого шару ґрунту
в насадженнях різного видового складу**

Номер ТПП	Вид насадження	Склад насадження	Час поглинання, хв	Інтенсивність поглинання, мм·хв ⁻¹
2	Чисті соснові насадження	10Сз+Бп+Акб	1,36±0,36	36,8
4		10Сз+Брс+Акб	1,29±0,11	38,8
5		10Сз+Брс+Акб	1,41±0,23	35,5
6		10Сз+Брс+Акб	1,57±0,09	32,3
14		10Сз+Дз+Бп	1,34±0,32	37,3
16		10Сз+Бп	1,43±0,24	35,0
17		10Сз+Бп	1,40±0,13	35,7
12	Сосново-березові	9Сз1Бп	1,25±0,32	40,0
13		9Сз1Бп	1,19±0,70	42,0
3		6Сз4Бп+Скр+Ос	1,21±0,11	41,3
9	Сосново-дубово-кленові	7Сз1Дчр2Клг+Кля	1,10±0,39	45,5
8		7Сз1Дчр2Клг+Кля	1,09±0,27	45,9
1	Насадження сосни	8Скр2Бп	1,23±0,75	40,7
10	кримської	7Скр2Сз1Бп	1,30±0,22	38,5
15	Мішані дубові	6Дз3Гз1Клг+Дч+Акб	1,01±0,10	49,5
19	Робінієві	10Акб	1,18±0,09	42,2
7		7Акб2Ос1Сз+Брс	0,55±0,07	90,9
Біополяна		Контроль	1,44±0,22	34,7

Дослідження корневих систем проводили в найпоширеніших лісотвірних видів на рекультивованих землях у насадженнях сосни звичайної, дуба звичайного і перспективного виду – дуба червоного. Розподіл коріння по ґрунтових горизонтах вивчали за двома основними показниками – масою і поверхнею, завдяки якій відбувається безпосередній контакт із ґрунтом. Поширення корневих систем у рекультивованих насадженнях за ґрунтовими горизонтами досліджували з використанням відбірника ґрунту, а дані розподілу категорій коріння у ґрунтовій товщі наведено у табл. 6. Дані свідчать про те, що маса сухого фізіологічно активного коріння у досліджуваних видах розподілена у наступній послідовності її зменшення: дуб звичайний – дуб червоний – сосна звичайна. Однак, розподілення фізіологічно активного коріння за ґрунтовими горизонтами має свої особливості для кожного деревного виду. Якщо у дуба звичайного і дуба червоного активне коріння простежується аж до метрової глибини і більше, то у сосни звичайної лише до 70 см.

Співвідношення активного і провідного коріння також не на користь сосни звичайної, оскільки воно становить 1:3,4, що свідчить про низьку фізіологічну активність підземної частини дерев і тим самим ослаблення деревостанів. Водночас співвідношення активного і провідного коріння в дуба звичайного і дуба червоного, яке знаходиться у межах 1:2,4 і 1:2,3 відповідно,

свідчить про активізацію фізіологічних процесів, інтенсивний ріст коренів, освоєння нижніх горизонтів, що у загальному підсумку збагачує ґрунт і сприяє росту лісомеліоративних насаджень на рекультивованих землях.

Таблиця 6

**Розподіл коріння головних видів деревних рослин
у ґрунтовій товщі на рекультивованих землях**

Номер ТПП; деревний вид; вік, років	Глибина відбору зразка, см	Маса сухого коріння, г		Співвідно- шення, рази	Вологість ґрунту, %
		активного <2 мм	провідного >2 мм		
ТПП 15; дуб звичайний; 40 років	0–10	2,81	6,94	1:2,4	19,4
	11–20	1,14	4,03		18,8
	21–30	0,83	3,52		12,3
	31–40	0,67	2,12		12,3
	41–50	0,68	0,76		12,4
	51–60	0,43	0,33		12,4
	61–100	1,39	1,12		12,4
	0–100	7,95	18,82		–
ТПП 16; сосна звичайна; 42 роки	0–10	3,02	12,43	1:3,4	16,2
	11–20	0,89	2,37		13,7
	21–30	0,36	1,01		8,4
	31–40	0,22	0,24		8,4
	41–50	0,17	0,11		8,0
	51–60	0,11	0,08		8,0
	61–100	0,08	–		8,0
	0–100	4,85	16,24		–
ТПП 27; дуб червоний; 49 років	0–10	2,95	5,76	1:2,2	20,2
	11–20	1,32	3,32		20,0
	21–30	1,05	2,76		16,4
	31–40	0,56	2,01		16,4
	41–50	0,51	0,44		16,5
	51–60	0,24	0,18		16,5
	61–100	0,21	0,37		16,5
	0–100	6,84	14,84		–

Результати дослідження морфологічних ознак лісової підстилки насаджень на об'єкті рекультивації наведено в табл. 7.

За одержаними даними найбільшу потужність має підстилка чистого соснового насадження, розташованого на верхній частині схилу південної експозиції стрімкістю 12°. Її можна визначити як середньо потужну. Наявність двох шарів у підстилці насаджень дуба звичайного і дуба червоного у рядах пояснюється прискоренням процесів мінералізації, значної кількості м'якої підстилки супутніх видів і більшої зволоженості завдяки пристовбурному акумулюванню рідких опадів. У соснових насадженнях потужність підстилки вища у рядах і нижча в міжряддях. Підстилка у соснових насадженнях розкладається повільно і швидкість її мінералізації уповільнюється з віком, про що також свідчать дослідження А. Çömez, S. Güner, D. Tolunay, 2020; J. Corter, 1998; В. П. Ворон, 2004 та ін. Пришвидшений процес мінералізації

підстилки спостерігається у насадженнях дуба звичайного із домішкою супутніх видів – граба звичайного і клена гостролистого, чого не можна стверджувати про підстилку насаджень дуба червоного. Тут відбувається уповільнення процесу мінералізації підстилки через відсутність специфічних мікоризоутворювальних грибів, які мають місце у лісах Північної Америки.

Таблиця 7

Основні морфологічні характеристики лісової підстилки

Вид і склад насадження, вік, пробна площа	Місце виміру	Показник				
		потужність, см	будова	зчепленість	міцність зв'язку з ґрунтом	ступінь покриття ґрунту
Сосново-березове насадження: 6Сз4Бп+Скр+Ос; вік – 38 років; ТПП № 3	у ряду	2,4±0,58	одно- шарова	слабко зв'язана	відносно міцний	суцільне
	у міжряддях	2,1±0,34	одно- шарова	не зв'язана	міцний	суцільне
Соснове насадження: 10Сз+Бп; вік – 42 роки; ТПП № 16	у ряду	3,3±0,69	одно- шарова	слабко зв'язана	відносно міцний	суцільне
	у міжряддях	2,9±0,55	одно- шарова	пухка	міцний	осеред- кове
Мішане насадження дуба звичайного: 6Дз3Гз1Клг+Дч+Акб; вік – 40 р.; ТПП № 15	у ряду	1,3±0,31	дво- шарова	пухка	відносно міцний	суцільне
	у міжряддях	1,1±0,12	одно- шарова	пухка	відносно міцний	осеред- кове
Мішане насадження дуба червоного: 9Дч1Дз; вік – 49 р.; ТПП № 27	у ряду	2,2±0,34	дво- шарова	пухка	відносно міцний	суцільне
	у міжряддях	2,3±0,27	одно- шарова	пухка	відносно міцний	суцільне

Зв'язок з ґрунтом відносно міцний, що вказує ще на визначеність шару гуміфікації. Ступінь вкриття ґрунту підстилкою у насадженнях на рекультивованих землях загалом суцільне, але дещо варіює від типу насадження. Фракційний склад лісової підстилки захисних насаджень на рекультивованих землях наведено у табл. 8. Ослаблення соснових насаджень на рекультивованих землях проявляється у збільшенні фракції гілок у шпилькових насадженнях порівняно із листяними деревостанами. Так, частка фракції гілок сосняків майже удвічі перевищує аналогічний показник дубових насаджень.

Зазначене співвідношення становить 46,8:23,8 %. Це підтверджує факт уповільнення росту і ослаблення розвитку сосняків, починаючи з IV класу віку. Фракція гілок у мішаних і чистих соснових насадженнях становить відповідно 41,8 і 46,8 %, що свідчить про інтенсивніший процес формування мортмаси у чистих сосняках.

Запаси та фракційний склад підстилки захисних насаджень

Вид і склад насадження, вік, пробна площа	Запас підстилки, ц·га ⁻¹	Фракції підстилки, ц·га ⁻¹				
		гілки	листя, хвоя	плоди, шишки	труха	кора
Сосново-березове насадження: 6Сз4Бп+Скр+Ос; вік – 38 років; ТПП № 3	58,8	24,6±4,66	7,5±1,26	5,1±0,96	13,5±2,98	8,1±0,98
Соснове насадження: 10Сз+Бп; вік – 42 роки; ТПП № 16	64,5	26,0±5,01	8,1±3,05	6,7±1,39	15,4±3,04	8,3±1,78
Мішане насадження дуба звичайного: 6Дз3Гз1Клг+Дч+Акб; вік – 40 р.; ТПП № 15	77,1	17,4±3,87	15,2±5,18	12,4±2,41	27,5±5,18	4,6±0,83
Мішане насадження дуба червоного: 9Дч1Дз; вік – 49 р.; ТПП № 27	62,4	16,6±4,13	17,6±5,54	11,7±2,69	13,5±3,24	3,0±0,69

Розділ 5 «Сучасний стан, особливості росту і продуктивність лісомеліоративних насаджень порушених ландшафтів». Визначення санітарного стану соснових насаджень проводили на кругових пробних площадках, розміщених у типових місцях з охопленням всієї території цих великих масивів. Ступінь ослаблення насадження на виділі визначали як середньозважену величину оцінок розподілу дерев різних категорій стану. Узагальнені дані по досліджуваних об'єктах наведено у табл. 9.

Таблиця 9

Санітарний стан соснових насаджень на виділах

Кв./ вид.	Склад	Вік, років	Кількість дерев за категоріями санітарного стану: чисельник, шт., знаменник, %						Кількість дерев на пробних площах, шт.	Індекс санітарного стану
			I	II	III	IV	V	VI		
82/5	10Сз+Бп+Ак	38	8	53	124	23	18	5	231	3,29
			3,5	22,9	53,7	10,0	7,8	2,2	100	
83/3	10Сз	39	12	44	78	48	25	11	218	3,03
			5,5	20,2	35,8	22,0	11,5	5,0	100	
86/1	10Сз+Дз+Бп	41	19	92	117	61	19	10	318	3,01
			6,0	28,9	36,8	19,2	6,0	3,1	100	
89/1	10Сз+Бп	43	5	80	174	39	20	18	336	3,14
			1,5	23,8	51,8	11,6	6,0	5,4	100	
90/4	8Сз2Бп	43	3	70	119	38	27	17	274	3,25
			1,1	25,5	43,4	13,9	9,9	6,2	100	
91/9	8Сз2Бп	50	3	45	126	55	30	16	275	3,41
			1,1	16,4	45,8	20,0	10,9	5,8	100	

Головною причиною ослаблення соснових насаджень є переміщені ґрунти, родючий шар яких складає лише 20–40 см (рис. 1). Рослинам

не вистачає поживних речовин, що призводить до їх ослаблення, і як наслідок – всихання, яке відмічено у насадженнях старшого віку (рис. 2).



Рис. 1. Переміщений ґрунт у насадженнях буровугільного кар'єру (кв. 90, вид. 4)

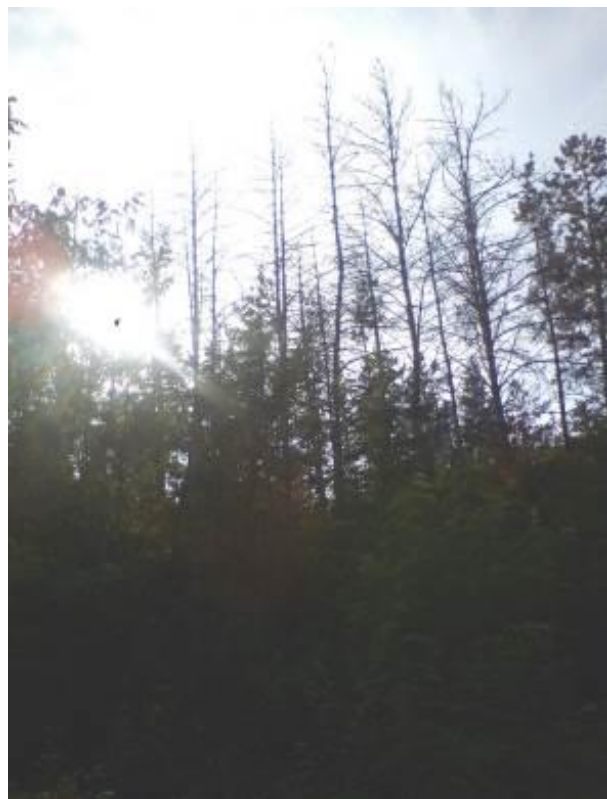


Рис. 2. Осередок всихання у 50-річному насадженні сосни звичайної (кв. 91, вид. 9)

Для встановлення особливостей росту і динаміки продуктивності досліджуваних соснових насаджень на рекультивованих землях використано матеріали пробних площ, а також масив даних, вибраних із таксаційних описів соснових насаджень ДП «Звенигородське лісове господарство» (дані 2014 р.).

Оскільки всі насадження знаходяться у середньовіковій групі для встановлення динаміки росту і продуктивності соснових насаджень на рекультивованих землях залучені матеріали перелікової таксації молодих соснових насаджень, які на даному об'єкті досліджував Ф. М. Бровко (2009).

Динаміку росту соснових насаджень за висотою встановлювали шляхом моделювання залежностей висоти і віку за програмою дослідження ростових функцій «ИСФУНРОС». Оптимальні результати отримано за функцією Мітчерліха, яка описується рівнянням та ілюстрована рис. 3.

$$H = 16,66 \cdot (1 - \exp(-0,08107 \cdot A))^{2,601},$$

де H – середня висота, м; A – вік насадження, років.

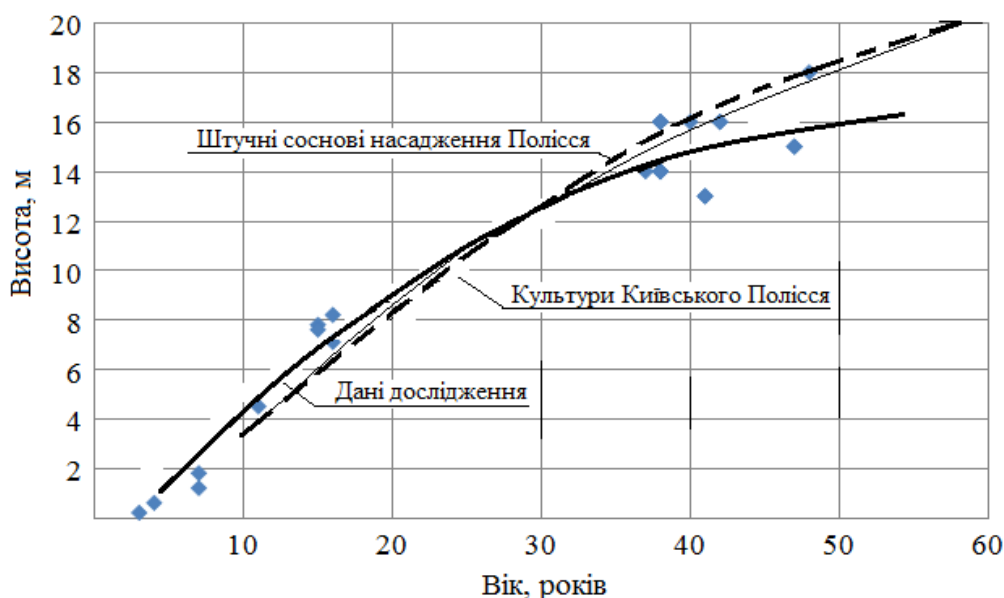


Рис. 3. Динаміка росту соснових насаджень за висотою

Порівняння отриманих результатів росту у висоту соснових насаджень на рекультивованих землях виконано із нормативами росту штучних насаджень сосни Полісся України, які одержані П. І. Лакидою і А. А. Строчинським (1987), а також із штучними сосновими насадження Київського Полісся і Лісостепу України за даними Ю. М. Савича (1987). Порівняльну характеристику результатів наведено у табл. 10.

Порівнюючи динаміку росту у висоту соснових насаджень на рекультивованих землях з культурами Київського Полісся і Лісостепу, зазначимо значне переважання висот досліджуваних сосняків у молодому віці. Тут різниця у висотах у 15- і 25-річному віці становить 13,4 і 12,2 % відповідно. Аналогічна тенденція спостерігається і в штучних соснових насадженнях Полісся України. Цей феномен знаходить своє пояснення в освоєнні верхнього родючого насипного шару ґрунту об'єкту рекультивації й інтенсивного розвитку у ньому кореневих систем.

Порівняльний аналіз динаміки середньої висоти соснових насаджень на рекультивованих землях

Вид насадження	Вік насадження, роки								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Соснові деревостани (дані дослідження)	3,6	6,7	9,4	11,5	13,1	14,2	15,0	15,6	15,9
Штучні сосняки Київського Полісся і Лісостепу України I бонітету (Ю. М. Савич, 1987)	3,4	5,8	8,0	10,1	12,1	14,0	15,7	17,3	18,8
	-5,6	-13,4	-14,9	-12,2	-7,6	-1,4	4,7	10,9	18,2
Штучні соснові насадження Полісся України I бонітету (П. І. Лакида, А. А. Строчинський, 1987)	3,5	6,0	8,4	10,7	12,9	14,8	16,6	18,1	19,6
	-2,8	-10,4	-10,6	-7,0	-1,5	4,2	10,7	16,0	23,3

Примітка. Чисельник – висота, м; знаменник – відхилення від даних досліджень, %.

Починаючи з III класу віку насадження на рекультивованих землях різко уповільнюють свій ріст і в 50-річному віці відстають у рості від сосняків Лісостепу і Полісся України відповідно на 18,2 і 23,3 %. У цьому періоді кореневі системи вже проникають у нижчі порушені горизонти і уповільнюють свій ріст. Тобто, починаючи із III класу віку соснові насадження на рекультивованих землях зростають за спадним типом росту.

ВИСНОВКИ

У дисертації досліджено меліоративні властивості, санітарний стан, продуктивність та лісівничо-меліоративна ефективність захисних лісових насаджень на рекультивованих відвалах Юрківського буровугільного кар'єру, запропоновано рекомендації щодо підвищення ефективності лісової рекультивації порушених ландшафтів. За результатами дослідження сформульовано наступні висновки:

1. У лісових фітоценозах Юрківського буровугільного кар'єру, де площа вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок становить 92,9 %, домінує сосна звичайна та листяні види, представлені дубом звичайним, робінією звичайною, дубом червоним, кленом ясенелистим, березою повислою. Вікова структура лісомеліоративного фонду представлена середньовіковими насадженнями I,5 класу бонітету та середньою повнотою 0,7. Видовий склад нижніх ярусів лісових фітоценозів (підросту, підліску, живого надґрунтового покриву), який формується у середньовікових штучних соснових насадженнях свіжого сугруду, свідчить про відновлення флористичного різноманіття рекультивованих земель шляхом лісової меліорації.

2. Глибина гумусового шару ґрунту під наметом насаджень на рекультивованих відвалах коливається від 5 до 30 см. Малопотужний 5 см гумусовий горизонт притаманний ділянкам, де зростають чисті насадження сосни звичайної та мішані із домішкою берези віком 35–49 років.

За показником вмісту гумусу найбільші значення властиві мішаним сосново-березовим, робінієвим і березовим насадженням, що близькі за значеннями до показників зразків ґрунту, відібраних під наметом дубових та робінієвих насаджень на непорушених ґрунтах. Товщина гумусового шару і вміст гумусу найвищі значення мають у нижній частині схилу, де відбувається намівання родючого шару ґрунту.

3. Найбільшу забезпеченість калієм у рухомих формах зафіксовано на рекультивованих землях в мішаних насадженнях робінії звичайної, на ділянці із непорушеним ґрунтом під наметом дубово-липово-кленово-ясеневого насадження і на контролі (біополяна), значення якого становило $474 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$, 429 і $459 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$ відповідно. Низькі показники вмісту калію характерні для чистих і мішаних насадженнях сосни звичайної і робінії звичайної, розташованих на схилах терас і вершинних частин схилів відвалів. Вміст калію у цих насадженнях коливається в межах $128\text{--}188 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$ маси ґрунту.

4. Твердість ґрунту рекультивованих відвалів у соснових, дубових і робінієвих насадженнях становила відповідно $3,7 \text{ кг} \cdot \text{см}^{-2}$, $4,6$ і $6,7 \text{ кг} \cdot \text{см}^{-2}$. Феномен меншої твердості ґрунту в робінієвих насадженнях знаходить своє пояснення у поверхневій кореневій системі, яка населяє і розпушує верхній шар ґрунту, а також наявністю азотофіксуючих бактерій, які концентруються у жовнях і своєю дією пом'якшують ґрунтові частинки. Не відмічено також суттєвої різниці між показниками твердості ґрунту, взятими у різний фенологічний період. У цьому випадку t-критерій Стьюдента перевищував критичне значення тільки у чистих соснових насадженнях, що пояснюється ущільненням ґрунту після тривалого посушливого вегетаційного періоду.

5. Дослідження корневих систем найпоширеніших деревних видів на порушених землях показало, що маса фізіологічно активного коріння розподілена у наступній послідовності її зменшення: дуб звичайний – дуб червоний – сосна звичайна. Однак, розподіл активного коріння за ґрунтовими горизонтами має свої особливості для кожного деревного виду. Якщо у дуба звичайного і дуба червоного активне коріння простежується аж до метрової глибини і більше, то у сосни звичайної лише до 70 см .

6. Співвідношення активного і провідного коріння сосни звичайної розраховано як $1:3,4$, що характеризує низьку фізіологічну активність підземної частини сосни і ослаблення деревостанів. Водночас аналогічний показник дуба звичайного і дуба червоного становить відповідно $1:2,4$ і $1:2,3$ що свідчить про активізацію фізіологічних процесів, інтенсивний ріст коренів, освоєння нижніх горизонтів, що у загальному підсумку збагачує ґрунт і сприяє росту цих лісомеліоративних насаджень на рекультивованих землях.

7. Встановлено, що у листяних і шпилькових насадженнях на рекультивованих відвалах формується лісова підстилка відповідно середньої і сильної потужності. Інтенсивне нагромадження підстилки спостерігається у насадженнях сосни звичайної із-за великого періоду її розкладання і коливається у межах $58,8\text{--}64,5 \text{ ц} \cdot \text{га}^{-1}$. У загальному запасі підстилки велика частка припадає на гілки і труху. Частка фракції гілки сосняків майже

удвічі перевищує аналогічний показник дубових насаджень. Зазначене співвідношення становить 46,8:23,8 %. Це підтверджує факт уповільнення росту і ослаблення розвитку сосняків, починаючи з IV класу віку. Водночас фракція гілки у мішаних і чистих соснових насадженнях становить відповідно 41,8 і 46,8 %, що свідчить про інтенсивніший процес формування мортмаси у чистих сосняках.

8. Основну частину запасів лісової підстилки мішаного сосново-березового насадження складає неактивна частина – 31,6 ц·га⁻¹, або 53,7 %. Водночас у насадженнях як дуба звичайного, так і дуба червоного переважає активна частина підстилки, значення якої становлять 70,3 і 69,1 % або 54,2 і 43,1 ц·га⁻¹ відповідно. Це свідчить про настання періоду інтенсивного росту і розвитку деревних і кущових рослин, високу мікробіологічну активність підстилки листяних насаджень. У насадженнях з перевагою дуба звичайного і дуба червоного також виявлено високий відсоток плодів, частка яких складає 16,6 і 18,3 % відповідно, що у перспективі забезпечить природне поновлення на рекультивованих землях.

9. Аналіз індексу санітарного стану показав, що соснові насадження відносяться до сильно ослаблених. Ослаблені дерева сосни складають 44,7 %, а індекс санітарного стану коливається у межах 3,01–3,41. Стан соснових насаджень V класу віку наближається до категорії насаджень, що всихають з найвищою величиною індексу стану 3,41. Встановлено, що найвпливовішими чинниками істотного погіршення санітарного стану соснових культур на рекультивованих землях Юрківського буровугільного басейну є ураження сосною губкою і всихання дерев внаслідок зменшення живлення рослин, які досягли порушеного материнського горизонту на глибині понад 40–50 см.

10. Аналіз динаміки росту у висоту соснових насаджень на рекультивованих землях засвідчив переважання висот досліджуваних сосняків у молодому віці над культурами, створеними на непорушених землях. Різниця у висотах у 10- і 25-річному віці становить 13,4 і 12,2 % відповідно. Цей феномен знаходить своє пояснення в освоєнні верхнього родючого насипного шару ґрунту об'єкту рекультивації й інтенсивного розвитку у ньому кореневих систем. Починаючи з III класу віку насадження на рекультивованих землях різко уповільнюють свій ріст і в 50-річному віці відстають у рості від сосняків Лісостепу і Полісся України відповідно на 18,2 і 23,3 %. У цьому періоді кореневі системи вже проникають у нижчі порушені горизонти і уповільнюють свій ріст.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Результати проведених досліджень дають підстави рекомендувати виробництву для лісової рекультивації буровугільних відвалів в умовах Юрківського буровугільного розрізу такі лісівничі та лісомеліоративні заходи:

1. Штучно створені захисні лісові насадження мають поєднувати у собі належні меліоративні та протиерозійні властивості із забезпеченням ефективного виконання захисних, екологічних, господарських і рекреаційних

функцій. Вищезазначене визначається відповідним видовим складом, а також місцезростаюванням у функціональній структурі порушеного ландшафту.

2. Основним способом лісовідновлення визначено створення штучних насаджень сосни звичайної, дуба звичайного у властивих їм лісорослинних умовах. Вводити до складу дубових насаджень супутні деревні види: липу серцелисту, клен гостролистий, ясен звичайний; інтродуценти – дуб червоний і клен сріблястий.

3. При лісовій рекультивациі відвальних ландшафтів мішані насадження у лісівничому та меліоративному відношенні мають перевагу над чистими. За таких умов потрібно вводити ґрунтополіпшуючі супутні та кущові види. Із супутніх деревних видів перевагу потрібно надавати липі серцелистій, клену гостролистому. У ряди із супутніми видами потрібно вводити кущові види: маслинку вузьколисту, обліпиху крушиновидну, бирючину звичайну тощо.

4. Під час створення на рекультивованих відвалах соснових насаджень потрібно чергувати 2–3-рядні куліси з одним рядом деревних (береза повисла, робінія звичайна, дуб червоний) і кущових рослин (клен татарський, бирючина звичайна, маслинка вузьколиста). При лісовідновленні доцільно використовувати природне відновлення за наявності підросту головних лісоутворювальних видів під наметом материнського деревостану.

5. Формувати захисні насадження з високим лісомеліоративними властивостями необхідно рубками догляду. Завдання освітлення і прочисток рекультивованих насаджень – сформувати зімкнутий мішаний деревостан висотою 8–11 м. Режим проріджування та прохідних рубок пов'язаний з повнотою і зімкнутістю сформованого деревостану під час попередніх рубок. Чим вище повнота деревостану, тим раніше починають і частіше проводять зрідження. Проріджування і прохідні рубки у протиерозійних насадженнях необхідно проводити низовим методом. Водночас варто приділяти увагу всім екземплярам видів дерев, які скріплюють ґрунт і виконують протиерозійні функції.

6. На рекультивованих землях з метою запобігання розвитку хвороб та шкідників необхідно створювати мішані культури сосни звичайної з введенням до 50 % листяних видів, які водночас слугуватимуть протипожежним бар'єром поширення низових пожеж. Для оздоровлення соснових насаджень, підвищення меліоративної ефективності та ліквідації осередків патогенів в зоні сильного ураження потрібно проводити суцільні санітарні рубки з наступним висаджуванням листяних видів.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України,

у тому числі включених до міжнародних наукометричних баз даних

1. **Проценко І. А., Лобченко Г. О.** Характеристика лісомеліоративного фонду Юрківського буровугільного кар'єра. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Лісівництво та декоративне садівництво. 2016. Вип. 255. С. 160–168. *(Здобувачем проаналізовано лісомеліоративний фонд лісогосподарського підприємства).*

2. Юхновський В. Ю., Лобченко Г. О., **Проценко І. А.** Особливості росту соснових насаджень на рекультивованих землях. Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. 2018. № 28 (7). С. 70–73. *(Здобувачем проведено аналітичний огляд літератури, здійснено таксаційні дослідження, розроблено моделі росту).*

3. Юхновський В. Ю., **Проценко І. А.**, Хрик В. М. Санітарний стан соснових насаджень на рекультивованих землях Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. 2018. № 28 (11). С. 55–59. *(Здобувачем закладено кругові пробні площі, обчислено індекси санітарного стану насаджень).*

4. Проценко І. А. Вміст поживних речовин у ґрунтах рекультивованих ландшафтів Юрківського буровугільного басейну. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Лісівництво та декоративне садівництво. 2018. Вип. 288. С. 107–116.

5. **Проценко І. А.**, Лобченко Г. О., Юхновський В. Ю. Особливості росту та фітомеліоративні властивості насаджень дуба червоного на рекультивованих землях Черкащини. Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. 2019. № 29 (5). С. 60–65. *(Здобувачем закладено пробні площі, здійснено аналіз ходу росту модельних дерев, написано статтю).*

**Стаття у періодичному науковому виданні іншої держави,
яка входить до Організації економічного співробітництва та розвитку
та/або Європейського Союзу**

6. Yukhnovskyi V. Yu., **Protsenko I. A.**, Khryk V. M. Meliorative characteristics of forest litter of protective plantations on recultivated dumps of Yurkiv brown coal quarry. German International Journal of Modern Science. 2020. № 3 (1). С. 4–7. *(Здобувачем відібрано зразки підстилки, проведено розподіл підстилки на фракції, проаналізовано якісний склад підстилки у різних за складом насадженнях).*

Патент України на корисну модель

7. Малюга В. М., Юхновський В. Ю., Дударець С. М., Міндер В. В., **Проценко І. А.**, Крилов Я. І. Патент 88990 Україна, МПК G01N/04; A01 B1/04. Пристрій для відбору проб ґрунту; заявник та патентовласник Національний університет біоресурсів і природокористування України; № 11083; заявлено 10.10.2013; опубліковано 10.04.2014; Бюл. № 7. *(Здобувачем розроблено формулу винаходу, проведено апробацію пристрою шляхом відбору понад 150 кернів ґрунту).*

Тези наукових доповідей

8. **Проценко І. А.**, Юхновський В. Ю. Особливості лісової меліорації порушених ландшафтів. Актуальні проблеми наук про життя та природокористування: III Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених, м. Київ, 28–31 жовтня 2015 року: тези доповіді. К., 2015. С. 116–118.

(Здобувачем здійснено аналіз застосування лісових меліорацій на рекультивованих землях).

9. **Проценко І. А.**, Лобченко Г. О. Породний склад, вікова структура і продуктивність лісомеліоративних насаджень Юрківського кар'єру. Ліс, наука, молодь: IV Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, магістрів, аспірантів і молодих вчених, м. Житомир, 23 листопада 2016 року: тези доповіді. Житомир, 2016. С. 225–226. *(Здобувачем проаналізовано породну і вікову структуру лісомеліоративних насаджень, розроблено моделі продуктивності).*

10. **Проценко І. А.**, Лобченко Г. О. Вплив лісової рекультивації на процеси ґрунтоутворення. Стале управління лісовим комплексом та збалансований розвиток урболандшафтів: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 27 березня 2018 року: тези доповіді. К., 2018. С. 73–74. *(Здобувачем закладено ґрунтові профілі, проведено лабораторні дослідження зразків ґрунту).*

11. **Protsenko I.**, Yukhnovskyi V. Measures on recovery of pine stands state on recultivation land. Youth and progress of biology: XV International Scientific Conference for Students and PhD Students, dedicated to the 135th anniversary of J. Parnas, Lviv, April 9–11, 2019: abstracts of report. P. 190. *(Здобувачем проаналізовано санітарний стан насаджень, розроблено систему заходів з оздоровлення деревостанів).*

12. **Проценко І. А.**, Лобченко Г. О. Особливості росту дуба червоного на рекультивованих землях. Перспективи розвитку екосистемного менеджменту у лісовому комплексі та садово-парковому господарстві: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 18–19 квітня 2019 року: тези доповіді. К., 2019. С. 72–73. *(Здобувачем здійснено аналіз ходу росту модельних дерев дуба червоного).*

13. Юхновський В. Ю., **Проценко І. А.**, Хрик В. М. Фракційний склад підстилки у соснових насаджень на рекультивованих землях. Відтворення лісів та лісова меліорація в Україні: витоки, сучасний стан, виклики сьогодення та перспективи в умовах антропоцену: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 6–8 листопада 2019 року: тези доповіді. К., 2019. С. 143–144. *(Здобувачем відібрано зразки підстилки і проаналізовано її фракційний склад).*

14. Проценко І. А. Твердість ґрунту залісненого рекультивованого ландшафту. Ліс, наука, молодь: VI Всеукраїнська науково-практична конференція, м. Житомир, 24 листопада 2020 року: тези доповіді. Житомир, 2020. С. 136–137.

АНОТАЦІЯ

Проценко І. А. Меліоративні властивості захисних лісових насаджень на рекультивованих відвалах Юрківського буровугільного кар'єра. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільсько-господарських наук зі спеціальності 06.03.02 «Лісовпорядкування та лісова таксація». Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2021.

Дисертацію присвячено дослідженню меліоративних властивостей, санітарного стану, продуктивності та меліоративної ефективності захисних насаджень на рекультивованих відвалах Юрківського буровугільного кар'єру.

Проведено комплексні дослідження впливу лісомеліоративних насаджень різного видового складу на лісорослинні умови, визначено санітарний стан, ріст і продуктивність насаджень на рекультивованих землях. За показником вмісту гумусу найбільші значення властиві мішаним сосново-березовим, робінієвим і березовим насадженням. Твердість ґрунту рекультивованих відвалів у соснових, дубових і робінієвих насадженнях становила відповідно $6,7 \text{ кг} \cdot (\text{см}^2)^{-1}$, $4,6$ і $3,7 \text{ кг} \cdot (\text{см}^2)^{-1}$. Феномен меншої твердості ґрунту в робінієвих насадженнях знаходить своє пояснення у поверхневій кореневій системі, яка населяє і розпушує верхній шар ґрунту, а також наявністю азотофіксуючих бактерій, які концентруються у жовнях і своєю дією пом'якшують ґрунтові частинки.

Співвідношення активного і провідного коріння сосни звичайної становить 1:3,4, що характеризує низьку фізіологічну активність підземної частини сосни і ослаблення деревостанів. У насадженнях дуба звичайного і дуба червоного переважає активна частина підстилки, що свідчить про настання періоду інтенсивного росту і розвитку деревних і кущових рослин, високу мікробіологічну активність підстилки листяних насаджень. У насадженнях з перевагою дуба звичайного і дуба червоного також виявлено високий відсоток плодів, частка яких складає $16,6$ і $18,3 \%$ відповідно, що у перспективі забезпечить природне поновлення на рекультивованих землях. Встановлено, що найвпливовішими чинниками істотного погіршення санітарного стану соснових культур на рекультивованих землях є ураження кореневою губкою і всихання дерев внаслідок зменшення живлення рослин, які досягли порушеного материнського горизонту на глибині понад $40\text{--}50$ см. Надано рекомендації з лісової рекультивації порушених земель лісомеліоративними методами.

Ключові слова: лісова рекультивація, захисні лісові насадження, меліоративні властивості, кореневі системи, твердість ґрунту, водопроникність, лісова підстилка, санітарний стан, ріст, продуктивність.

АННОТАЦІЯ

Проценко И. А. Мелиоративные свойства защитных лесных насаждений на рекультивированных отвалах Юрковского буровугольного карьера. – Квалификационный научный труд на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.03.01 «Лесные культуры

и фитомелиорация». Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины. Киев, 2021.

Диссертация посвящена исследованию мелиоративных свойств, санитарного состояния, производительности и мелиоративной эффективности защитных насаждений на рекультивированных отвалах Юрковского бурогоугольного карьера.

Проведены комплексные исследования влияния лесомелиоративных насаждений разного породного состава на лесорастительные условия, определены санитарное состояние, рост и продуктивность насаждений на рекультивированных землях. По показателю содержания гумуса наибольшие значения свойственны смешанным сосново-березовым, робиниевым и березовым насаждениям. Твердость почвы рекультивированных отвалов в сосновых, дубовых и робиниевых насаждениях составляла соответственно $6,7 \text{ кг} \cdot (\text{см}^2)^{-1}$; $4,6$ и $3,7 \text{ кг} \cdot (\text{см}^2)^{-1}$. Феномен меньшей твердости почвы в робиниевых насаждениях находит свое объяснение в поверхностной корневой системе, которая населяет и разрыхляет верхний слой почвы, а также наличием азотофиксирующих бактерий, которые концентрируются в клубнях и своим действием смягчают грунтовые частицы.

Соотношение активных и проводящих корней сосны обыкновенной составляет 1:3,4, что характеризует низкую физиологическую активность подземной части сосны и ослабление древостоев. В насаждениях дуба обыкновенного и дуба красного преобладает активная часть подстилки, что свидетельствует о наступлении периода интенсивного роста и развития древесных и кустарниковых растений, высокую микробиологическую активность подстилки лиственных насаждений. В насаждениях с преобладанием дуба обыкновенного и дуба красного также выявлен высокий процент плодов, доля которых составляет 16,6 и 18,3 % соответственно, что в перспективе обеспечит естественное возобновление на рекультивированных землях. Установлено, что самыми влиятельными факторами существенного ухудшения санитарного состояния сосновых культур на рекультивированных землях является поражение корневой губкой и усыхание деревьев вследствие уменьшения питания растений, которые достигли нарушенного материнского горизонта на глубине более 40–50 см. Даны рекомендации по лесной рекультивации нарушенных земель лесомелиоративными методами.

Ключевые слова: лесная рекультивация, защитные лесные насаждения, мелиоративные свойства, корневые системы, твердость почвы, водопроницаемость, лесная подстилка, санитарное состояние, рост, производительность.

ANNOTATION

Protsenko I. A. Meliorative Properties of Protective Forest Plantations on Recultivated Dumps of Yurkiv Brown Coal Quarry. – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

The thesis for awarding an academic degree of Candidate of Agriculture Sciences on specialty 06.03.01 «Forest Plantations and Phytomelioration». National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv, 2021.

The thesis is devoted to the study of reclamation properties, sanitary condition, productivity and ameliorative efficiency of protective plantations on reclaimed dumps of Yurkiv brown coal quarry.

A comprehensive study of the impact of forest reclamation plantations of different species composition on forest site conditions, the sanitary status, growth and productivity of plantations on reclaimed lands were determined.

The depth of the humus layer of soil under the canopy of plantations on recultivated dumps varies from 5 to 30 cm. Low-thickness 5 cm humus horizon is typical of places where pure plantations of Scots pine and mixed with birch aged 37–40 years are grown. In terms of humus content, the highest values are inherent in mixed pine-birch, black locust and birch plantations. Soil hardness of reclaimed dumps in pine, oak and black locust plantations was respectively $6.7 \text{ kg}\cdot(\text{cm}^2)^{-1}$, 4.6 and $3.7 \text{ kg}\cdot(\text{cm}^2)^{-1}$. In terms of humus content, the highest values are characteristic of mixed pine-birch, black locust and birch plantations, which are close in value to the indicators for soil samples taken under the canopy of plantations on intact soils. The thickness of the humus layer and the humus content has the highest values in the lower part of the slope, where the fertile soil layer is alluvial.

It was found that the highest content of total nitrogen on reclaimed dumps is contained in the upper soil layer of pine-birch plantations (up to $232 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). For areas with intact soil, the highest nitrogen content ($249 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) was recorded in the black locust plantation. The highest supply of potassium in mobile forms was recorded on recultivated lands in mixed plantations of black locust, in the area with intact soil under the canopy of oak-linden-maple-ash plantation and in the control, the value of which was $474 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 429 and $459 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ respectively. Low levels of potassium are characteristic of pure and mixed plantations of Scots pine and black locust, located on the slopes of terraces and the tops of the slopes of dumps. The potassium content in these plantations varies between $125\text{--}188 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ of soil mass.

Studies of soil hardness revealed lower rates in mixed oak and black locust stands compared to pine stands. The phenomenon of lower soil hardness in black locust plantations is explained by the superficial root system that inhabits and loosens the topsoil, as well as the presence of nitrogen-fixing bacteria, which are concentrated in nodules and soften soil particles. There was also no significant difference between soil hardness values measured in different phenological periods. In this case, Student's t-test exceeded the critical value only in pure pine plantations with a value of 3.8, which is due to soil compaction after a long dry growing season.

The study of the root systems of the most common tree species on disturbed lands showed that the mass of dry physiologically active roots is distributed in the following sequence of its reduction: common oak – red oak – Scots pine. However, the distribution of physiologically active roots on soil horizons has its own characteristics for each tree species. If in the common oak and red oak the active

roots can be traced up to a depth of 1 meter or more, then in the common pine only up to 70 cm.

The ratio of active and conductive roots of Scots pine is 1:3.4, which indicates low physiological activity of the underground part of the trees and thus the weakening of the stands. At the same time, the ratio of active and conductive roots in common oak and red oak, which is in the range of 1:2.4 and 1:2.3, respectively, indicates the activation of physiological processes, intensive root growth, development of lower horizons, which ultimately enriches the soil and promotes the growth of these recultivation plantations on reclaimed lands.

The study of forest litter of recultivation plantations revealed its greatest capacity in pure pine plantation, and the capacity of litter is higher in rows and lower in between rows. It's found out the presence of a two-layer structure of litter in the rows of plantations of common oak and red oak, which is due to the acceleration of mineralization processes, a significant amount of soft litter of associated species and more moisture due to the accumulation of liquid precipitation.

Intensive accumulation of litter is observed in stands of Scots pine due to the long period of its decomposition and ranges from 58.8 to 64.5 t·ha⁻¹. In the total stock of litter, a large proportion falls on the branches and crumbs. The share of the pine branch fraction is almost twice as high as that of oak plantations. This ratio is 46.8:23.8 % respectively. This confirms the fact of slowing down the growth and weakening of the development of pine plantations, starting from the IV class of age. At the same time, the fraction of the branch in mixed and pure pine stands is 41.8 and 46.8 %, which indicates a more intensive process of mortmass formation in pure pine plantations.

Analysis of the fractional composition of forest litter of red oak plantations shows that a significant contribution to its formation is made by the following fractions in descending order of participation: leaves – 28.7 %, branches – 26.1, crumbs – 22.1, fruits – 18.3 and bark – 4.8 %, which indicates a satisfactory state of development of all tree and shrub species in the red oak plantation.

Analysis of the sanitary condition index showed that pine stands are highly weakened. Weakened pine trees account for 44.7 %, and the sanitary index varies between 3.01–3.41. It is established that the most influential factors of significant deterioration of the sanitary condition of pine plantations on the recultivation lands are root sponge damage and drying of trees due to reduced nutrition of plants that have reached the disturbed maternal horizon at depths over 40–50 cm.

To prevent the occurrence of dangerous manifestations of devastation processes, it is necessary to rationally use natural resources, carry out forest recultivation and phytomelioration of disturbed lands. At the same time, it is necessary to implement systems of measures to protect soils of erosion, construction of water retention ramparts, terracing, afforestation and the use of soil protection technologies for growing of agricultural crops.

Key words: forest recultivation, protective forest plantations, melioration properties, root systems, soil hardness, water permeability, forest litter, sanitary state, growth, productivity.

Підписано до друку 19.03.21
Ум. друк. арк. 1,9
Наклад 100 прим.

Формат 60x84\16
Зам. № 210158

Віддруковано у редакційно-видавничому відділі НУБіП України
вул. Героїв Оборони, 15, Київ, 03041
тел.: 527-81-55