

УДК 630.233 : 630.181.3

О. В. СТРУТИНСЬКИЙ¹, П. Б. ТАРНОПІЛЬСЬКИЙ^{2*}
МОРФОЛОГІЧНІ Й АГРОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ЛІТОЗЕМІВ ПІД ЛІСОВИМИ
НАСАДЖЕННЯМИ НА РЕКУЛЬТИВОВАНИХ ЗЕМЛЯХ ЖИТОМИРСЬКОГО
ПОЛІССЯ

1. Поліський філіал УкрНДЛГА

2. Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького

Проаналізовано лісівничо-таксаційні показники культур сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.), вільхи чорної (*Alnus glutinosa* (L.) Gaerth.), берези повислої (*Betula pendula* Roth) із вільхою та березових деревостанів природного походження I–IV класів віку на рекультивованих землях. Встановлено, що у близьких за віком насадженнях продуктивність лісових культур сосни звичайної на рекультивованих землях є вищою, ніж вільхово-березових і чистих вільхових культур і березових деревостанів природного походження. Запас 31-річних чистих культур сосни звичайної є більш ніж у 1,5 разу вищим від запасу 34-річних чистих культур вільхи чорної – 155 м³·га⁻¹ проти 101 м³·га⁻¹. Вивчено морфологічну будову літоземів гетерогенних, що формуються під лісовими насадженнями, та визначено їхні агрохімічні характеристики. Встановлено, що генетичні горизонти техногенних ґрунтів вже помітні під насадженнями 20–30-річного віку. Найбільший уміст гумусу, рухомих форм азоту та калію визначено у верхніх гумусованих горизонтах насаджень III–IV класів віку. У чистих вільхових насадженнях він є найвищим.

Ключові слова: рекультивовані землі, лісові культури, кислотність ґрунту, уміст гумусу, елементи мінерального живлення, морфологічна будова ґрунту, генетичні горизонти.

Вступ. Повернення до господарського обігу техногенних земель, порушених видобутком корисних копалин відкритим способом, – процес тривалий і витратний, який залежить від абіотичних, біотичних та антропогенних чинників і включає економічну, екологічну та соціальну складові. Він пов'язаний як із природою самого родовища, його геологічною будовою, так і з технологією видобутку, технічним та біологічним етапами рекультивації, напрямом біологічної рекультивації та кліматичними умовами. Основним завданням біологічного етапу рекультивації є відновлення господарської цінності земель, інтенсифікація ґрунтоутворювальних процесів. Кінцева мета його полягає у створенні продуктивних біогеоценозів переважно сільськогосподарського та лісогосподарського (захисні насадження, санітарно-оздоровчі та зелені зони) призначення.

Нині площа залісених рекультивованих земель, що перебувають у постійному користуванні підприємств Державного агентства лісових ресурсів України, перевищує 30 тис. га. Значна площа залісених рекультивованих і незалісених відпрацьованих земель знаходиться на балансі гірничих підприємств, міських і сільських громад, а також інших відомств. У зв'язку зі зростанням значущості лісової рекультивації в нових соціально-економічних умовах як найбільш економічно та екологічно доцільного способу стабілізації й поліпшення довкілля, актуальним є вивчення процесів ґрунтоутворення в лісових насадженнях, створених на ґрунтосумішах розкривних порід і ґрунтах різних геологічних верств, що залягають над експлуатаційним шаром корисних копалин.

Питанням поліпшення ґрунтових умов техногенних ландшафтів і рекультивації кар'єрно-відвальних комплексів, що утворилися після завершення розробки родовищ, завжди приділяли і приділятимуть значну увагу. Вивчення динаміки окультурення ґрунтосумішей розкривних порід і штучних техноземів, сформованих нанесенням рекультиваційного гумусованого шару на етапі технічної рекультивації, генезису техногенних ґрунтів розпочато з моменту інтенсивної розробки корисних копалин. Особливу увагу приділяли землям, які мали повернутися в сільськогосподарське використання після технічної та біологічної рекультивації (Kobets et al. 2012).

У випадку проведення робіт з лісової рекультивації родючий гумусований рекультиваційний шар ґрунту не вносять, а селективна розробка корисних копалин передбачає формування поверхні відвалів із суміші лісопридатних розкривних порід і,

* © О. В. Струтинський¹, П. Б. Тарнопільський, 2017

відповідно, під лісовими насадженнями на рекультивованих землях переважають літоземні техногенні ґрунти. Їхній генезис у науковій літературі відбито недостатньо, особливо стосовно їхнього формування під різними за складом та віком насадженнями й на різних ґрунтосумішах.

Мета роботи – виявити особливості морфологічної будови генетичного профілю техногенних ґрунтів та їхні агрохімічні властивості в лісових насадженнях різного віку та складу на рекультивованих землях, а також продуктивність цих насаджень.

Матеріали й методи. З метою комплексного оцінювання результатів лісової рекультивації було закладено пробні площі (ПП) (Ploshchi probni lisovporyadni 2007) на рекультивованих (ТР, 2Ш, 4Ш, 6Ш, 6Шв, 7Ш, 8Ш, 8Шв, 12Ш) і на непорушених (15Ш) землях Шершнівського лісництва ДП «Коростенське ЛМГ» (табл. 1).

Таблиця 1

Лісівничо-таксаційні показники пробних площ в Шершнівському лісництві ДП «Коростенське ЛМГ»

ПП	Кв.	Ви- діл	Вік, років	Склад	ТУМ	Діаметр D, см	Висота H, м	Пов- нота	Боні- тет	Запас M, м ³ ·га ⁻¹
2Ш	31	25	9	8Сз2Влч	I–II ₂	3,4	4,2	0,7	I ^a	17
4Ш	50	1	22	10Сз	I–II ₂	12,2	9,0	0,9	I	142
6Ш	41	19	37	10Сз+Влч+Бп	I–II ₂	13,3	13,2	0,9	I	233
6Шв	41	19	37	5Бп5Влч	I–II ₂	14,2	13,4	0,6	II	104
7Ш	47	3	31	10СЗ	I–II ₂	14,0	13,0	0,7	I	155
8Шв	43	14	34	10Влч	I–II _{3,4}	15,3	14,0	0,7	I	101
12Ш	50	1	21	8Бп1Влч1Ос+Сз	II ₂	6,7	9,0	0,7	I	52
15Ш	57	35	86	10Сз+Дз	B ₂ *	36,1	31,2	0,7	I ^a	697

*На ПП вказано не тип умов місцевиростання (ТУМ), а тип лісорослинних умов (ТЛУ).

На пробних площах визначали лісівничо-таксаційні показники (Izyumskiy 1987, Shvidenko et al. 1987, Hrom 2007), описували морфологічну будову профілю техногенних ґрунтів та відбирали зразки ґрунту для визначення його агрохімічних властивостей.

Вік насаджень на рекультивованих землях становив від 9 до 37 років. Контролем були пробні площі в 86-річному сосновому лісі (ПП 15Ш) на непорушених землях і на порушених землях після проведення технічного етапу рекультивації (ПП ТР). Усі пробні площі закладено в лісових культурах, окрім ПП 12Ш, яку закладено на самозарослій ділянці. Тип умов місцевиростання за лісопридатністю на всіх пробних площах рекультивованих земель фактично однаковий. Загалом, це – літогенні ґрунти, які є сумішшю лесоподібних суглинків, червоно-бурих моренних суглинків, пістряво-кольорових супісків і глин неогену, харківських глауконітових легких супісків з геологічних верств, що залягали над корисними копалинами. За класифікацією УкрНДЛГА (Danko et al. 1993), розкривні ґрунти, що входять до складу ґрунтосумішей, належать до I і II категорій родючості – порівняно багаті та порівняно бідні породи відповідно. За винятком чистих вільхових культур на ПП 8Ш, які ростуть у перехідному від вологого до сирого гігروتопі, дослідні ділянки всіх інших культур закладено у свіжих гігروتопах.

Морфологічну будову літоземів досліджували відповідно до класифікацій техногенних ґрунтів, які розроблено науковцями ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського» та НУ «Львівська політехніка» (Yeterovskaya et al. 1984, Yeterovska et al. 2008, Panas & Malanchuk 2009). Застосовано схему опису літоземів гетерогенних, що формуються на відвалах, які створені з хаотичної ґрунтосуміші гірських розкривних порід різних геологічних верств, яка була опрацьована науковцями Національного університету «Львівська політехніка» (Panas & Malanchuk 2009, 2013). Ґрунтосуміші, на яких формуються «літоземи», позначали латинськими літрами P – материнська порода і D – підстилаюча порода. Наявність гумусованого горизонту залежно від кольору та за результатами подальших аналітичних досліджень щодо вмісту гумусу та азоту позначали як H, h та (h).

Грунтові зразки відібрано з кожного генетичного горизонту, а в окремих розрізах – і через кожні 10–20 см до глибини 110–120 см. Аналітичні роботи щодо визначення агрохімічних властивостей зразків проведено в Житомирській зональній ґрунтовій лабораторії. Вміст макроелементів мінерального живлення NPK у міліграмах на кілограм ґрунту ($\text{мг}\cdot\text{кг}^{-1}$), гумусу у % та рН визначали відповідно до методик (Vyznachennya rukhomykh spolk 2002, Yakist' gruntu 2005, Yakist' gruntu 2006, Vyznachennya рН 2012).

Результати та обговорення. На рекультивованих землях найкращим ростом вирізняються 9-річні лісові культури на ПП 2Ш, що ростуть за I^a бонітетом. Гірше (за II бонітетом) ростуть культури на ПП 6Шв. Дослідні ділянки 6Ш та 6Шв розташовані поряд у 19 виділі 41 кварталу Шершнівського лісництва і є одним насадженням, де 8 рядів сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) (ПП 6Ш) чергуються з 4 рядами вільхи чорної (*Alnus glutinosa* (L.) Gaerth.) з березою повислою (*Betula pendula* Roth) (ПП 6Шв). У кулісах вільхи з березою в перші роки було проведено інтенсивні рубки, оскільки вони росли значно краще сосни. Рубки освітлення та прорідження високої інтенсивності проводили верховим методом, а в кулісах сосни й берези залишили дерева, що раніше не випереджали сосну за ростом у висоту, та екземпляри порослевого походження, які й нині не перевищують сосну за висотою, але краще ростуть за діаметром. У сосновій частині насадження, яка є дещо загущеною, існує потреба в проведенні проріджувань. Інші культури ростуть за I бонітетом. Загальна продуктивність є вищою в культурах сосни звичайної, ніж у вільхових і березово-вільхових (табл. 1).

Величини запасів у насадженнях (M , $\text{м}^3\cdot\text{га}^{-1}$), їхні середня ($\Delta M_{\text{ср.}}$, $\text{м}^3\cdot\text{га}^{-1}$) і поточна ($\Delta M_{\text{пот.}}$, $\text{м}^3\cdot\text{га}^{-1}$) зміна (Tekushchiy prirost 1980, Antanajtis & Zagreev 1981, Hrom 2007) є вищими в культурах сосни звичайної, ніж у насадженнях вільхи та берези. Зокрема, у 37-річних насадженнях на ПП 6Ш запас сосни звичайної становить $233 \text{ м}^3\cdot\text{га}^{-1}$, а в культурах берези з вільхою на ПП 6Шв він – $104 \text{ м}^3\cdot\text{га}^{-1}$, тобто лише 44,6 % від запасу культур сосни (див. табл. 1). Середня зміна запасу на цих ділянках становить 6,3 і $2,8 \text{ м}^3\cdot\text{га}^{-1}$ відповідно, поточна зміна запасу – 7,0 і $2,7 \text{ м}^3\cdot\text{га}^{-1}$ відповідно (рис. 1).

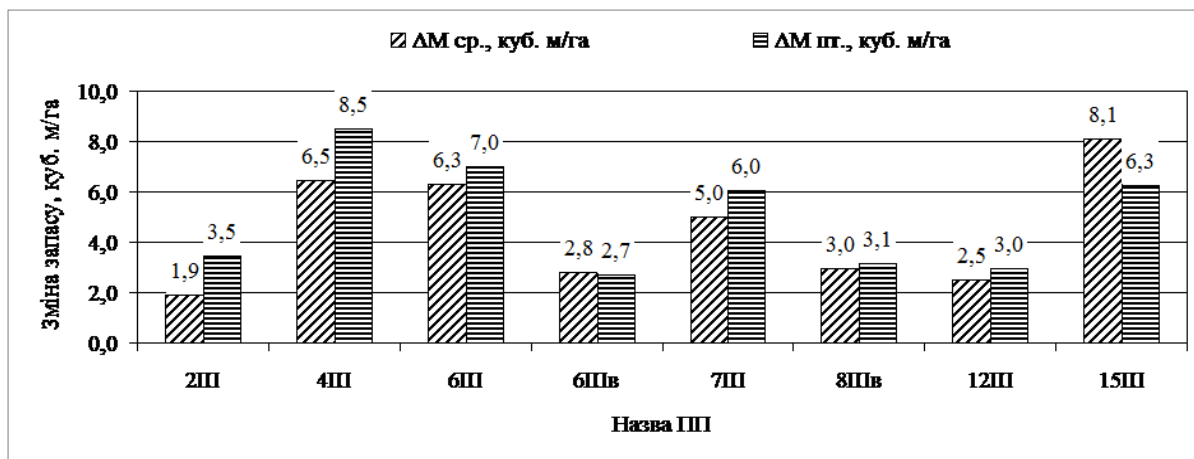


Рис. 1 – Середня та поточна зміни запасів у насадженнях на рекультивованих землях Шершнівського лісництва

Середня відносна зміна запасу культур вільхи з березою становить 44,6 % а поточна – 37,7 % від величин відповідних таксаційних характеристик культур сосни. Запаси близьких за віком чистих культур сосни звичайної на ПП 7Ш (31 рік) та вільхи чорної на ПП 8Шв (34 роки) становлять $155 \text{ м}^3\cdot\text{га}^{-1}$ і $101 \text{ м}^3\cdot\text{га}^{-1}$ відповідно, тобто запас сосни є у понад півтора рази більшим. Середня й поточна зміни запасів на цих ділянках в абсолютних показниках становлять $5,0$ і $3,0 \text{ м}^3\cdot\text{га}^{-1}$ та $6,0$ і $3,1 \text{ м}^3\cdot\text{га}^{-1}$ відповідно. Таким чином, середня зміна запасу в соснових культурах в 1,7, а поточна – в 1,9 рази більшою, ніж у вільхових. У чистих соснових 22-річних культурах на ПП 4Ш та в 21-річному березовому насадженні природного

походження на ПП 12Ш запаси становлять 142 і 52 м³·га⁻¹ відповідно. Чисті штучні соснові насадження за продуктивністю на початку III класу віку перевершують березняки природного походження у 2,7 разу. Середня та поточна зміни запасу в абсолютних одиницях на ПП 4Ш становлять 6,5 та 8,5 м³·га⁻¹, а на ділянці ПП 12Ш – 2,5 і 3,0 м³·га⁻¹, які поступаються у 2,6 та 2,9 разу чистим сосновим культурам.

Показники поточної зміни запасу є вищими, ніж показники зміни середнього запасу, на всіх ділянках з лісовою рекультивацією, за винятком ПП 6Шв, і майже такі самі на ПП 8Шв (див. рис. 1). На ділянці 86-річних культур поточна зміна запасу також поступається зміні середнього запасу – 6,3 проти 8,1 м³·га⁻¹. З віком інтенсивність росту насаджень зменшується, тому у молодняках поточна зміна запасу в абсолютних одиницях перевершує середню, тоді як у пристиглих, стиглих і перестійних насадженнях поточний приріст зменшується, і середній запас перевершує поточні зміни запасу. Найбільш суттєвою є різниця між поточною та середньою зміною запасів у 9-річних культурах сосни на ПП 2Ш – 1,6 м³·га⁻¹ за абсолютним показником, або 184 % за відносним; у 22-річних культурах на ПП 4Ш вона становить 2,0 м³·га⁻¹, або 131 %, у 31-річних на ПП 7Ш – 1,0 м³·га⁻¹, або 120 %, і на ПП 6Ш у 37-річних – 0,7 м³·га⁻¹, або 111 %. У 21-річному березняку природного походження на ПП 12Ш різниця між поточною та середньою змінами запасу становить 0,5 м³·га⁻¹, або 120 %, у 34-річних культурах вільхи чорної на ПП 8Шв – 0,1 м³·га⁻¹, або 103 %, і в 37-річних березово-вільхових культурах на ПП 6Шв – 0,1 м³·га⁻¹, або 96 %. Поточна та середня зміни запасу в штучних 86-річних культурах сосни звичайної на неперушених землях становлять 1,8 м³·га⁻¹, або 78 %.

Для оцінювання інтенсивності росту насаджень часто використовують такий відносний показник, як частка зміни запасів ($P_{\Delta M}$) (Antanajtis & Zagreev 1981, Hrom 2007), що, як і зміна запасу в абсолютних одиницях, тісно корелює з віком насаджень. За розрахунковими значеннями частки поточної ($P_{\Delta M \text{ пот.}}$) та середньої ($P_{\Delta M \text{ серед.}}$) змін запасів, найкращим ростом вирізняються 9-річні культури сосни звичайної, де $P_{\Delta M \text{ серед.}}$ становить 11,3 %, а $P_{\Delta M \text{ пот.}}$ – 20,4 % (рис. 2).

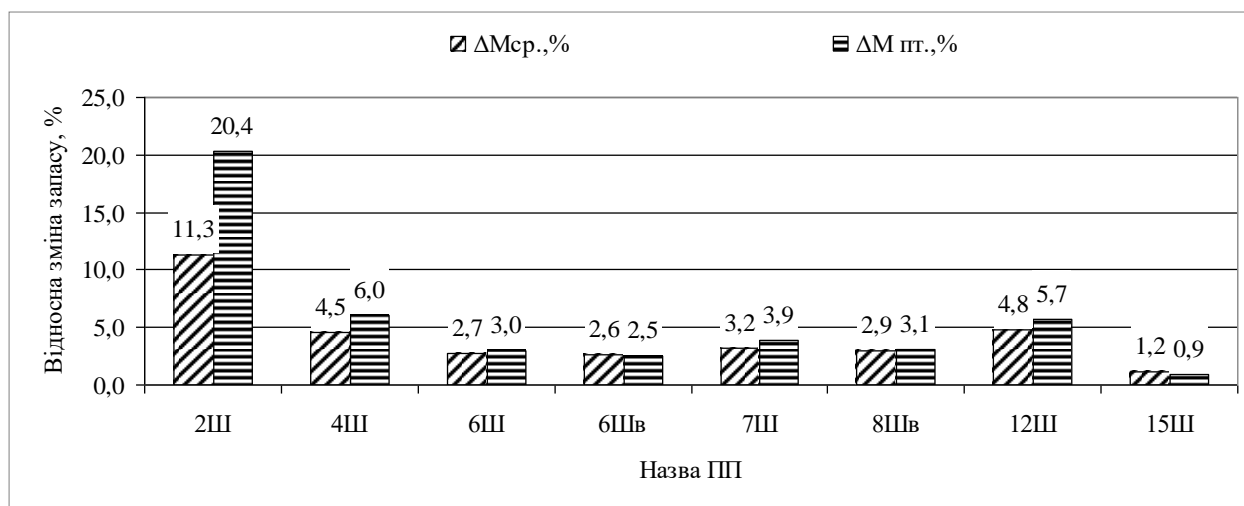


Рис. 2 – Відсоток середньої та поточної зміни запасів у насадженнях на рекультивованих землях Шершнівського лісництва

Незважаючи на значну різницю за абсолютними значеннями зміни запасів між 22-річними чистими культурами сосни звичайної на ПП 4Ш та 21-річним насадженням природного походження, величина $P_{\Delta M \text{ серед.}}$ у них становить 4,5 і 4,8 % відповідно, $P_{\Delta M \text{ пот.}}$ – 4,8 і 5,7 % відповідно. Насадження на цих ділянках мають однакову інтенсивність росту. Це також стосується 37-річних березово-соснових культур та культур сосни звичайної: за зміною запасів вони суттєво різняться, а за $P_{\Delta M \text{ серед.}}$ та $P_{\Delta M \text{ пот.}}$ ростуть майже з однаковою інтенсивністю – 2,7 % і 2,9 % та 3,0 % і 2,5 % відповідно. В інших близьких за віком

культурах сосни й вільхи на ПП 7Ш (31 рік) і ПП 8Шв (34 роки), попри вищу вдвічі продуктивність соснового насадження, інтенсивність росту за $P_{\Delta M}$ серед. та $P_{\Delta M}$ пот. не є такою суттєвою: 3,2 % у сосни проти 2,9 % у вільхи за відсотком середньої зміни запасу і 3,9 % та 3,1 % за часткою поточної зміни запасу.

Відвали Іршанського родовища ільменіту – це ґрунтосуміші із вмістом морени, лесоподібних суглинків, пісків полтавської свити та глин у різноманітних співвідношеннях. Відповідно до класифікації ННЦ «ІГА ім. О. Н. Соколовського» (Yeteravska et al. 2008), ґрунтовий покрив на рекультивованих землях Шершнівського лісництва належить до генетичного типу «літоземи», ряду «техногенні ґрунти» та класу «антропогенні ґрунти».

Реакція рН ґрунтів (табл. 2) і техногенних ґрунтосумішей варіює в межах 3,6–6,1 – від дуже кислої до нейтральної. Дуже кислу реакцію мають верхній НЕ (гумусо-елювіальний) горизонт дерново-підзолистого ґрунту у 86-річному сосновому насадженні (ПП 15Ш) та ґрунтосуміш під вільховим насадженням (ПП 8Шв). Від слабкислої (рН 5,1) до нейтральної (рН 6,1) зверху до низу змінюється кислотність у розрізі на ПП ТР, це – літогідрозем (Panay & Malanchuk 2009, 2013) – суміш розкритих намитих порід на незалісених ділянках із трав'янистим та моховим покривом. В усіх інших розрізах реакція рН була переважно кислою. Коливання рН по профілю розрізів на порушених ґрунтах – незначне.

Винятком є ґрунтовий профіль непорушеного зонального дерново-середньопідзолистого супіщаного ґрунту (ПП 15Ш), де зі збільшенням глибини реакція рН змінюється від дуже сильнокислої до слабкислої (від 3,6 до 5,1). Це може бути результатом розкладу кислої підстилки з хвої дерев та підзолистих процесів, що відбуваються в ґрунті. Загалом, усі техногенні ґрунтосуміші на рекультивованих землях мають кислу рН і, зважаючи на склад розкритих порід, морфологічну будову їхніх профілів і результати аналізів, можна стверджувати, що значну частку становлять морена й материнські породи, які мають кислу реакцію і слугуватимуть підстилаючою породою у подальшому процесі формування та розвитку техногенних ґрунтів.

Таблиця 2

Агрохімічні показники літоземів та зонального ґрунту на рекультивованих землях Шершнівського лісництва ДП «Коростеньське ЛМГ»

Назва ПП	Генетичний горизонт	Шар ґрунту, см	рН	P ₂ O ₅ , мг·кг ⁻¹	K ₂ O, мг·кг ⁻¹	Nk, мг·кг ⁻¹	Гумус, %
ТР	Ph	0–2	5,1	920	28	11,2	0,21
	P(h)	2–10	5,9	1024	18	8,4	0,17
	P1	10–20	6,1	1000	19	8,4	0,07
	P2	20–30	6,0	1320	25	5,6	0,05
	P3	30–40	5,8	1460	21	5,4	0,05
	P4	40–50	5,7	1820	15	4,2	0,02
	P5	50–60	5,8	660	16	2,8	0,02
	P6	60–70	5,8	1440	26	2,8	0,02
	P7	70–80	6,0	94	9	2,8	0,02
	P8	80–90	6,1	254	19	2,8	0,02
	P9	90–110	6,1	564	33	2,8	0,02
2Ш	PDh	0–2	4,9	39	53	61,6	0,99
	PD(h1)	2–8	4,8	35	31	16,8	0,49
	PD(h2)	8–20	4,4	66	53	7,0	0,19
	PD1	20–30	4,6	48	52	7,0	0,15
	PD2	30–40	4,7	26	41	7,0	0,15
	PD3	40–50	4,3	40	25	5,6	0,13
	PD4	50–60	4,9	18	12	5,6	0,09

Назва ПШ	Генетичний горизонт	Шар грунту, см	pH	P ₂ O ₅ , мг·кг ⁻¹	K ₂ O, мг·кг ⁻¹	Nk, мг·кг ⁻¹	Гумус, %
2Ш	PD5	60–70	5,3	7	11	5,6	0,06
	PD6	70–80	4,3	29	16	5,6	0,14
	PD7	80–90	4,0	28	33	5,6	0,28
	PD8	90–110	4,1	30	32	5,6	0,19
12Ш	HPD	0–2	4,9	248	132	120,4	2,11
	PDh	0–6	4,3	257	94	75,6	1,79
	PD1	6–20	4,4	243	53	11,2	0,21
12Ш	PD2	20–30	4,5	514	53	5,6	0,21
	PD3	30–40	4,9	130	24	2,8	0,03
	PD4	40–50	4,8	426	55	11,2	0,21
	PD5	50–60	4,3	296	49	8,4	0,21
	PD6	60–70	4,3	171	20	8,4	0,12
	PD7	70–80	4,1	198	27	8,4	0,10
	PD8	80–90	4,2	190	31	7,0	0,17
	PD9	90–110	4,0	220	33	7,0	0,21
4Ш	PDh	0–1	4,2	45	68	86,8	0,84
	PD(h1)	1–15	4,2	11	22	12,6	0,36
	PD(h2)	15–40	4,2	12	14	8,4	0,26
	PD	40–120	4,4	19	15	8,4	0,23
8ШВ	HPD	0–8	3,6	55	89	257,6	4,12
	PDh	8–20	3,6	27	43	30,8	0,82
	PD(h)	20–30	3,7	44	34	16,8	0,50
	PD1	30–40	3,8	17	25	16,8	0,36
	PD2	40–50	3,8	23	35	11,2	0,35
	PD3	50–60	3,8	26	38	11,2	0,35
	PD4	60–70	3,8	14	36	11,2	0,33
	PD5	70–80	3,7	14	34	11,2	0,33
	PD6	80–90	3,8	16	39	8,4	0,33
PD7	90–110	3,8	14	36	8,4	0,33	
6Ш	HPD	0–2	3,9	2	113	201,6	2,99
	PD(h)	2–12	4,0	3	43	22,4	0,39
	PD	12–105	4,3	17	30	5,6	0,23
6ШВ	HPD	0–4	4,3	4	75	145,6	1,84
	PD(h)	4–18	4,1	4	44	14,0	0,26
	PD	18–110	4,1	10	31	8,40	0,23
7Ш	HPD	0–2	3,9	6	68	173,6	2,16
	PD(h)	2–19	3,8	4	25	14,0	0,17
	PD1	19–40	4,0	8	20	8,4	0,14
	PD2	40–110	4,3	9	20	8,4	0,10
15Ш	He	0–11	3,6	18	22	56,0	2,05
	Elh	11–18	4,1	58	12	22,4	0,89
	PI	18–60	4,7	98	12	11,2	0,22
	P	60–110	5,1	36	9	4,3	0,11

Показниками інтенсивності процесів ґрунтоутворення на рекультивованих землях є вміст гумусу в генетичних горизонтах розрізів, їхня потужність та розподіл гумусу за глибиною ґрунтового профілю.

Залежно від екологічних умов результати формування гумусованого горизонту стають помітними у 20–30-річних насадженнях на рекультивованих землях. У нашому досліді вміст гумусу у верхніх горизонтах розрізів під лісовими культурами змінюється в межах від 0,84 до 4,12 % і на всіх ПП значно перевищує вміст в горизонтах, що залягають нижче верхніх гумусованих та перехідних слабогумусованих горизонтів, де його частка у техногенних ґрунтосумішах та ґрунті коливається від 0,14 до 0,5 %.

За вмістом гумусу (Yakist' gruntu 2005), у верхньому гумусованому горизонті розрізи розподіляються у такій послідовності в порядку зростання: з дуже низькою забезпеченістю – ПП ТР і 4Ш ($\leq 0,8\%$), з низькою забезпеченістю – ПП 2Ш (0,9–1,7%), середньою забезпеченістю – ПП 6Шв, 12Ш, 15Ш, 7Ш і 6Ш (1,8–3,0%), і високою забезпеченістю – у чистому вільховому насадженні на ПП 8Шв (понад 4%). Найбільш інтенсивно процеси розкладу органіки й утворення гумусованого горизонту відбуваються в ґрунтосумішах під вільховим насадженням на ПП 8Шв – 4,12%, значно меншою є частка гумусу у верхніх горизонтах під чистим 22-річним насадженням сосни на ПП 4Ш та 9-річними культурами 8Сз2Влч на ПП 2Ш (0,84% та 0,99% відповідно). Водночас в останньому випадку це – наймолодше насадження, де процеси ґрунтоутворення знаходяться на початковій стадії.

У праці Карпачевського Л. О. (Karpacevskiy 2005) висвітлено факт, що в лісостеповій зоні на лесовому суглинку за 25 років вміст органічної речовини зріс від 0,5% до 3% із середньою швидкістю зростання 0,15% органічної речовини на рік у шарі 0–10 см і майже зрівнялася із вмістом гумусу в зональному сірому лісовому ґрунті. У шарі 10–20 см вміст органічної речовини за цей час зріс лише на 1%, що є вдвічі меншим від зонального вмісту гумусу. Відтак, можна очікувати, що вміст гумусу в цьому шарі ґрунту зрівняється із зональними показниками не швидше, ніж за 50 років, а вік цього гумусу біде дорівнювати віку його в шарі 0–10 см і меншому.

За результатами досліджень літоземів гетерогенних на 19 річних відвалах Роздільського родовища сірки у Львівській області, складених хаотично із суміші неогенових глин і четвертинних відкладів (лесоподібних суглинків і супісків), у поверхневому PDhk (0–7 см) горизонті вміст гумусу становив 1,4%, у наступному PD(h)k (8–60 см) – 0,7%, а у PDk (61–100 см) – 0,3% (Panas & Malanchuk 2009, 2013). Водночас у згаданих наукових працях не вказано склад рослинності на порушених землях, де вивчали процес формування техногенних ґрунтів. У нашому дослідженні в Житомирському Поліссі динаміка накопичення гумусу в часі в середньому близька до наведених даних. Водночас визначено значну диференціацію вмісту гумусу за розрізами на рекультивованих землях, де ростуть різні деревні породи. Порівняно невисокий вміст гумусу (середня забезпеченість) в HE горизонті під 86-річними насадженнями сосни звичайної на зональних ґрунтах у поєднанні з його дуже сильною кислотністю є закономірним, оскільки тут інтенсивно триває процес опідзолення. Потужність гумусованого горизонту та вміст гумусу є вищими під насадженнями, до складу яких входять листяні породи, що підтверджує їхні провідні ґрунтоутворювальну та ґрунтопокрощувальну функції.

Найвищий вміст Nk (лужногідролізований азот за Корнфілдом) сконцентрований у верхніх горизонтах профілю всіх ґрунтових розрізів (див. табл. 2).

У насадженнях, де інтенсивно відбувається кругообіг речовин і процеси ґрунтоутворення, вміст азоту сягає від 61,6 до 257,4 мг·кг⁻¹ ґрунту. Забезпеченість Nk у верхніх шарах ґрунтових розрізів є низькою (< 80 мг·кг⁻¹ ґрунту) на ПП 2Ш, 15Ш та ТР. Середня забезпеченість Nk – від 80 до 160 мг·кг⁻¹ ґрунту – на ПП 4Ш та 6Шв та висока забезпеченість (від 160 мг·кг⁻¹ ґрунту і більше) – на ПП 6Ш, 7Ш та 8Шв. В усіх інших горизонтах розрізів визначено низьку забезпеченість Nk. Найменший вміст Nk зафіксовано на ПП ТР – 11,2 мг·кг⁻¹ у горизонті Ph і від 2,8 до 5,6 мг·кг⁻¹ у горизонті P. Загалом,

забезпеченість N_k у верхньому горизонті розрізів є у 2–10 разів вищою, ніж у горизонтах, що розташовані нижче. Особливо великою є різниця у вільховому насадженні на рекультивованих землях (ПП 8Шв), де у верхньому 0–7 см горизонті вміст азоту становить 257,6, а в горизонті 7–20 см – 30,8 мг·кг⁻¹ ґрунту. Як і в попередньому випадку за вмістом гумусу, за вмістом N_k маємо ідентичну картину розподілу за розрізами. Коефіцієнт лінійної кореляції між вмістом азоту й гумусу за всіма розрізами та горизонтами $r = 0,91$, що свідчить про дуже тісний зв'язок між зазначеними показниками. Відтак, вміст азоту та гумусу варто вважати одними з основних критеріїв інтенсивності проходження ґрунтоутворювальних процесів на рекультивованих землях.

Вміст K_2O у профілі розрізів становить від 9 до 132 мг·кг⁻¹ ґрунту (див. табл. 2).

Вміст обмінного калію закономірно вищий у верхньому горизонті всіх розрізів; різниця показників між верхнім і нижніми горизонтами може бути більшою, ніж у тричі. Середню забезпеченість K_2O (від 80 до 120 мг·кг⁻¹ ґрунту) зареєстровано у верхніх горизонтах на ПП 6Ш, 12Ш та 8Шв, низьку (від 40 до 80 мг·кг⁻¹ ґрунту) – на ПП 4Ш, 7Ш, 2Ш та в нижніх горизонтах на ПП 8Шв і 12Ш, дуже низьку (< 40 мг·кг⁻¹ ґрунту) – у верхніх горизонтах на ПП ТР, 15Ш та у всіх інших випадках.

Між вмістом N_k та рухомих форм K_2O за розрізами наявна висока додатна кореляція ($r = 0,77$). Наявність такого зв'язку свідчить про накопичення калійної солі в техногенних ґрунтах у процесі їхнього формування, де ще не відбуваються інтенсивні процеси опідзолення та вимивання з верхніх горизонтів у нижні рухомих форм елементів мінерального живлення. Найменший вміст K_2O у верхньому НЕ горизонті зонального дерново-середньопідзолистого супіщаного ґрунту під 86-річними насадженнями є свідченням інтенсивного і тривалого процесу опідзолення.

Показники вмісту рухомого P_2O_5 (див. табл. 2) на пробних площах сильно варіюють: від 2 до 1 820 мг·кг⁻¹ ґрунту. Закономірності зміни вмісту P_2O_5 залежно від горизонтів не виявлено. Цей показник залежить від хімічних властивостей геологічної верстви, що винесена на поверхню й домінує у складі ґрунтосуміші. Тому в кожному окремому розрізі за глибиною вміст рухомого фосфору є близьким, але може на декілька порядків, відрізнятися від аналогічних показників в іншому ґрунтовому розрізі. У розрізі на ПП 7Ш вміст фосфору знаходиться в межах 4–9 мг·кг⁻¹ ґрунту, а в розрізі на ПП ТР – від 94 до 1 820 мг·кг⁻¹ ґрунту. В останньому прикладі значний вміст P_2O_5 може бути пов'язаний з тим, що намівні ґрунти, які опинилися на поверхні, є древніми русловими відкладами р. Ірша.

Висновки. У близьких за віком насадженнях продуктивність лісових культур сосни звичайної на рекультивованих землях є вищою, ніж вільхово-березових і чистих вільхових культур та березових насаджень природного походження.

Генетичні горизонти техногенних ґрунтів можливо визначити під насадженнями 20–30-річного віку. Найбільший вміст гумусу, рухомих форм азоту та калію зареєстровано у верхніх гумусованих горизонтах насаджень III–IV класів віку. У чистих вільхових насадженнях він є найвищим.

Між вмістом N_k та рухомими формами K_2O за розрізами існує висока додатна кореляція ($r = 0,77$). Виразної закономірності зміни вмісту P_2O_5 залежно від горизонтів немає, він залежить від хімічних властивостей геологічної верстви, що винесена на поверхню і домінує у складі ґрунтосуміші.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

- Antanaytis, V. V. and Zagreev, V. V.* 1981. Prirost lesa. [Increment of the forest]. 2-e izd., prerab. Moscow, Lesnaya Promyshlennost, 200 p. (in Russian)
- Danko, V. M., Tarnopilsky, P. B., Choni, L. I., Pasternak, S. H.* 1993. Rekomendatsiyi do biolohichnykh sposobiv intensyfikatsiyi rostu lisovykh kul'tur na karyerakh i vidvalakh, doboru porid i zalisennya mizhterasnykh prostoriv [Recommendations for biological methods of intensifying forest plantations growth in opencasts and rock waste dumps, selection of tree species and forest cultivation on interterrace areas]. In: Zbirnyk rekomendatsiy z lisovoho hospodarstva

ta zakhysnoho lisorozvedennya UkrNDILHA [Collection of recommendations of URIFFM on forest management and protective afforestation]. Kharkiv, URIFFM, p. 42 – 53 (in Ukrainian).

Hrom, M. M. 2007. Lisova taksatsiya [Forest inventory]. Lviv, RVV NLТУ, 416 p. (in Ukrainian).

Izyumskiy, P. P. 1972. Taksatsiya tonkomernogo lesa [Taxation of thin forest]. Moscow, Lesnaya Promyshlennost, 88 p. (in Russian).

Karpachevskiy, L. O. 2005. Ekologicheskoe pochvovedenie. [Ecological pedology]. Moscow, MGU, 335 p. (in Russian).

Kobets, A. S., Voloh, P. V., Uzbek, I. H., Vilkul, A. Yu., Demidov, A. A. et al. 2012. Konceptualnye osnovy ustoychivogo razvitiya narushennykh estestvennykh ekosistem [Conceptual framework for sustainable development of disturbed natural ecosystems]. Dnepropetrovsk, Izd-vo "Svidler A. L.", 124 p. (in Russian).

Panas, R. M. and Malanchuk, M. S. 2009. Klasyfikatsiya tekhnohennykh gruntiv: suchasni metodychni pidhody [Classification of man-made soils]. Heodeziya, kartohrafiya i aerofotoznmannya, 72: 122 – 127 (in Ukrainian).

Panas, R. M. and Malanchuk, M. S. 2013. Osoblyvosti bonituvannya tekhnohennykh gruntiv [Specifics of bonitying of man-made soils]. Heodeziya, kartohrafiya i aerofotoznmannya, 77: 74 – 80 (in Ukrainian)

Ploshchi probni lisovporyadni. Metod zakladannya. SOU 02.02-37-476:2006. [Forest inventory sample plots. Establishing method. Corporate standard 02.02-37-476:2006]. 2007. Valid from May 1, 2007. Kyiv, Minahropolityky Ukrayiny, 32 p. (in Ukrainian).

Shvidenko, A. Z., Storchinsky, A. A., Savich, Yu. N. and Kashpor, S. N. (Eds.). 1987. Normativno-spravochnyye materialy dlya taksatsii lesov Ukrainy i Moldavii [Regulatory reference materials for forest inventory in Ukraine and Moldova]. Kyiv, Urozhay, 559 p. (in Russian).

Tekushchiy prirost drevostoev i ego kameral'noe opredelenie [Current increment of forest stands and its desktop determining]. 1980. [Razin, G. S., Ed.]. Leningrad, LenNILH, 46 p. (in Russian).

Vyznachennya pH [Determination of pH]. 2012. DSTU ISO 10390:2007 [ISO 10390:2005, IDT]. Valid from October 1, 2009. Kyiv, Derzhspozhyvstandart Ukrayiny, 8 p. (in Ukrainian).

Vyznachennya rukhomykh spoluk fosforu i kaliyu za modyfikovanyim metodom Chyrykova [Determination of labile phosphorus and potassium compounds using the Chirikov's modified method]. 2002. DSTU 4115-2002 [State Standard of Ukraine 4115-2002]. Valid from January 1, 2003. Kyiv, Derzhspozhyvstandart Ukrayiny, 6 p. (in Ukrainian).

Yakist' gruntu. Metody vyznachennya orhanichnoyi rechovyny [Soil quality. Methods of determination of organic matter]. 2005. DSTU 4289:2004 [State Standard of Ukraine 4289:2004]. Valid from July 1, 2005. Kyiv, Derzhspozhyvstandart Ukrayiny, 18 p. (in Ukrainian).

Yakist' gruntu. Vyznachennya nitratnoho i amoniynoho azotu v modyfikatsiyi NNTs IHA im. O. N. Sokolovs'koho [Soil quality. Determination of nitrate and ammonium nitrogen in the modification of NNTs]. 2006. DSTU 4729:2007. [State Standard of Ukraine 4729:2007]. Valid from January 1, 2008. Kyiv, Derzhspozhyvstandart Ukrayiny, 18 p. (in Ukrainian).

Yeterevska, L. V., Momot, G. F., Lehtsier, L. V. 2008. Rekultyvovani grunty: pidkhody do klasyfikatsiyi i systematyky [Recultivated soils: establishment, diagnostic, estimation]. Gruntoznavstvo, 9(3–4): 147–150 (in Ukrainian).

Yeterevska, L. V., Donchenko, M. T., Lehtsier, L. V. 1984. Sistematika i klassifikatsiya tehnogenykh pochv [Systematics and classification of man-made soils]. In: Rasteniya i promyshlennaya sreda [Plants and industrial environment]. Sverdlovsk, p. 14–21 (in Russian).

Strutinsky O. V.¹, Tarnopilsky P. B.²

MORPHOLOGICAL AND AGROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF LITHOZEMS UNDER FOREST PLANTATIONS ON RECULTIVATED LANDS IN ZHYTOMYR POLISSIA

1. Polissky branch of Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G.M. Vysotsky

2. Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G.M. Vysotsky

The article presents the analysis of forestry mensuration indices of planted Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaerth.), and silver birch (*Betula pendula* Roth) with alder stands and of natural birch stands of I–IV age classes on recultivated lands. It was established that in the plantations of same or a similar age, the productivity of pine stands on recultivated lands is higher in comparison with alder-birch and pure alder plantations and natural birch stands. The growing stock of 31-year-old pure pine plantations is more than 1.5 times higher than the stock of 34-years-old pure black alder planted stands: 155 m³·ha⁻¹ versus 101 m³·ha⁻¹. The morphological structure of heterogeneous lithozems formed under forest plantations and their agrochemical characteristics have been studied. The genetic horizons of man-made soils are already evident under 20–30-year-old plantations. The highest content of humus and extractable nitrogen and potassium was found in the upper humus horizons in plantations of III–IV age classes. The largest content values were detected in pure alder plantations.

Key words: recultivated lands, forest cultures, soil acidity, humus content, mineral nutrients, soil morphological structure, genetic horizons.

Струтинский О. В.¹, Тарнопільський П. Б.²

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И АГРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЛИТОЗЕМОВ ПОД ЛЕСНЫМИ НАСАЖДЕНИЯМИ НА РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ ЗЕМЛЯХ ЖИТОМИРСКОГО ПОЛЕСЬЯ

1. Полесский филиал УкрНИИЛХА

2. Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г. Н. Высоцкого

Проанализированы лесоводственно-таксационные показатели культур сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), ольхи черной (*Alnus glutinosa* (L.) Gaerth.), березы повислой (*Betula pendula* Roth) с ольхой и березовых насаждений естественного происхождения I–IV классов возраста на рекультивированных землях. Установлено, что в близких по возрасту насаждениях производительность лесных культур сосны обыкновенной на рекультивированных землях выше по сравнению с ольхово-березовыми и чистыми ольховыми культурами и березовыми насаждениями естественного происхождения. Запас 31-летних чистых культур сосны обыкновенной более чем в 1,5 раза выше по сравнению с запасом 34-летних чистых культур ольхи черной – 155 м³·га⁻¹ против 101 м³·га⁻¹. Изучено морфологическое строение литоземов гетерогенных, которые формируются под лесными насаждениями, и определены их агрохимические характеристики. Установлено, что генетические горизонты техногенных почв уже заметны под насаждениями 20-30-летнего возраста. Наибольшее содержание гумуса, подвижных форм азота и калия отмечено в верхних гумусированных горизонтах насаждений III–IV классов возраста. В чистых ольховых насаждениях оно является наивысшим.

Ключевые слова: рекультивированные земли, лесные культуры, кислотность почвы, содержание гумуса, элементы минерального питания, морфологическое строение почвы, генетические горизонты.

E-mail: tarnop@uriffm.org.ua

Одержано редколегією: 20.11.2017