

УДК 630.232.43

П. Б. ТАРНОПІЛЬСЬКИЙ*
РІСТ І СТАН ЛІСОВИХ КУЛЬТУР СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ (*PINUS SYLVESTRIS* L.),
ВИРОЩУВАНИХ З АЗОТОНАКОПИЧУВАЧАМИ
НА РЕКУЛЬТИВОВАНИХ ЗЕМЛЯХ

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

Вивчено особливості росту й стану 19-річних лісових культур сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) на рекультивованих землях в умовах впливу інтенсивного неконтрольованого рекреаційного навантаження пожеж. Проаналізовано розподіл дерев за категоріями санітарного стану та класами Крафта. Оцінено залежності між індексами стану насаджень і діаметром дерев за класами росту після низових пожеж. Розраховано інтенсивність проришень та обсяги вибирання за запасом у культурах сосни, які вирощують із використанням рослин-меліорантів і без них. Зіставлено динаміку радіального приросту сосни звичайної в культурах із використанням рослин-азотонакопичувачів – вільхи клейкої (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) і люпину багаторічного (*Lupinus perenne* L.). Встановлено, що позитивний вплив люпину на приріст сосни виявляється через 4 роки після створення культур, а вільхи – через 5 років. У лісових культурах сосни із підсіванням люпину фази розвитку насаджень, зімкнення та диференціації за класами росту розпочинаються раніше. У середньому за радіальним приростом ріст культур сосни I і II класів віку з вільхою клейкою у складі є інтенсивнішим на 12 %, а з підсівом люпину – на 33 %, якщо порівняти з культурами без рослин-меліорантів. У лісостеповій зоні на відвалах розкривних порід лісові культури сосни звичайної у 20 років на ґрунтах I–II класів лісопридатності ростуть як у едатопах A₁₋₂ і B₂.

Ключові слова: лісова рекультивація, лісові культури, рослини-меліоранти, таксаційні показники, радіальний приріст.

Вступ. Серед біологічних напрямів освоєння порушених земель лісова рекультивація за площею посідає друге місце після сільськогосподарської. Сільськогосподарська рекультивація потребує значних капіталовкладень, і за ефективністю подальшого сільськогосподарського використання рекультивовані землі поступаються зональним сільськогосподарським угіддям (Balyuk et al. 2012). Обсяги лісової рекультивації, якщо порівняти із сільськогосподарською, останнім часом зростають як в абсолютних, так і у відносних показниках (Terekhov 2014). За економічною рентабельністю лісогосподарська рекультивація на 18,6 % перевищує сільськогосподарську: 58,4 проти 39,8 % (Fedonyuk et al. 2016).

У зв'язку із низьким умістом азоту в розкривних ґрунтах на рекультивованих землях, у молодому віці лісові культури сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) зазвичай ростуть повільно. З метою інтенсифікації їхнього росту й розвитку використовують рослини-азотонакопичувачі: вільху клейку (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), вільху сіру (*Alnus incana* (L.) Moench), робінію псевдоакацію (*Robinia pseudoacacia* L.), карагану дерев'янисту (*Caragana arborescens* Lam.), люпин багаторічний (*Lupinus perenne* L.), буркун білий (*Melilotus albus* Medik.) та інші, які здатні фіксувати атмосферний азот і переводити його у гідролізовані форми, доступні для мінерального живлення рослин (Zaytsev et al. 1977). Під час проведення біологічної рекультивації вільху клейку використовували як азотонакопичувач у підготовчих насадженнях, які згодом, у 5–10 років, зрубували, а на їхньому місці створювали лісові культури із цінніших деревних порід. Практику введення до складу культур сосни звичайної вільхи клейкої як меліоративної породи в дослідженнях УкрНДІЛГА в різних природних зонах України застосовано вперше (Danko 1986, Danko et al. 1993).

Лісові насадження на рекультивованих землях, які створюють неподалік населених пунктів і в малолісних південних та східних областях України, є об'єктом інтенсивної неконтрольованої рекреації та часто потерпають від лісових пожеж. Результатом є погіршення санітарного стану лісів та зниження їхніх захисних функцій, втрата естетичної привабливості або й цілковите знищення.

Вивчення особливостей росту й розвитку, оцінювання лісівничо-таксаційних показників

* © П. Б. Тарнопільський, 2017

і захисних властивостей насаджень із використанням рослин-азотонакопичувачів в умовах інтенсивного рекреаційного навантаження, а також впливу інших антропогенних чинників дасть змогу ефективно планувати й здійснювати господарювання, охорону та захист.

Мета досліджень – виявити особливості росту й розвитку культур сосни звичайної в умовах інтенсивної неконтрольованої рекреації та вплив на ріст сосни звичайної вільхи клейкої та люпину багаторічного.

Матеріали й методи. Дослідження проводили в 19-річних лісових культурах сосни звичайної на відвалі розкривних порід Новоселівського гірничозбагачувального комбінату (ГЗК). Дослідні культури створено працівниками Новоселівського ГЗК і Ново-Водолазького лісництва Харківського ЛГЗ за науково-методичного керівництва науковців УкрНДЛГА з метою вивчення способів поліпшення росту сосни звичайної з використанням у насадженнях рослин-меліорантів (азотонакопичувачів), а саме вільхи клейкої і люпину багаторічного. Лісові культури створено на розрівняному плато відвалу із загальним незначним ухилом (3–4°) південної експозиції. Ґрунти плато – карбонатні і є хаотичною сумішшю полтавських пісків із лесоподібними суглинками і бурими глинами, які за класифікацією УкрНДЛГА (Danko et al. 1993) належать до I і II класів лісопридатності. Неоднорідність ґрунтів відвалу зумовлює певну пістрявість лісорослинних умов лісокультурної ділянки, що виявляється в значному варіюванні біометричних показників сосни у дослідях. На всіх пробних площах (ПП) варіація за діаметром дерев сосни є значною (Horoshko et al. 2004) і становить на ПП1 40,6 %, на ПП2 – 36,0 %, а на ПП3 – 29,8 %. Підвищенню вологості ділянок сприяє добре розвинений мікрорельєф і різний механічний склад ґрунтів відвалу. Загалом це – сухі і свіжі гіротопи.

Перший варіант досліду (ПП 1) – чисті культури сосни звичайної – і другий (ПП 2) – культури сосни зі схемою змішування 2рСз1рВлч – розташовані в західній, найбільш вирівняній і підвищеній частині відвалу. Третій варіант (ПП 3) – культури сосни звичайної з підсіванням люпину багаторічного – знаходиться в середній частині плато з добре розвиненим мікрорельєфом. У дослідних культурах було закладено пробні площі (Ploshchi probni lisovoproyadni 2007), визначено лісівничо-таксаційні показники (Izyumskiy 1972, Hrom 2007, Lisotaksatsiynyy dovidnyk 2013), відібрано керни віковим буравом і проаналізовано динаміку радіального приросту (Z_R) (Bitvinskis 1974, Stolyarov et al. 1988, Horoshko et al. 2004).

Результати та обговорення. З початку створення насадження в ньому не проводили ніяких лісогосподарських заходів. Лісовим культурам притаманна значна мозаїчність за ростом, станом і просторовим розміщенням на площі, що є наслідком впливу частих пожеж, самовільних порубів та інтенсивного рекреаційного навантаження. Місцеве населення активно зрубує верхівки дерев як новорічні ялинки. Так, на ПП 1 пошкоджено верхівки 28,3 % дерев, на ПП 2 – 28,4 % і на ПП 3 – 34,3 % дерев. Пошкоджено кращі дерева в насадженні. Також постійно проводиться вирубування дерев певного сортименту, заготівля підпірок, лат тощо.

Свідченням постійних низових пожеж є обгорілі стовбури дерев. Найбільшу висоту нагару визначено на ПП 3, де стовбури обгоріли до висоти 1,0–1,5 м. На ПП 1 і ПП 2 висота нагару становить від 0,5 до 0,8 м.

Реакцією на пожежі стало різке збільшення індексу санітарного стану насадження. На переважній більшості дерев збереглася лише однорічна і, частково, дворічна хвоя. Насадження всіх варіантів досліду за шкалою оцінки санітарного стану належать до сильно ослаблених. Індекси стану культур сосни (I_c) такі: на ПП 1 – 3,14; на ПП 2 – 2,95 і на ПП 3 – 2,92 (табл. 1–3) (Pasternak et al. 1987). На варіантах досліду в міру зменшення класу Крафта погіршується індекс стану (табл. 1–3): від 2,12 в дерев I класу росту до 4,13 у дерев V класу на ПП 1; від 2,13 в дерев I класу росту до 5,0 у дерев V класу на ПП 2 та від 2,35 в дерев I класу росту до 5,0 у дерев V класу на ПП 3. Водночас на ПП 3, де інтенсивність пожежі була найбільшою, індекс стану дерев I і II класів Крафта фактично однаковий – 2,35 і 2,31

відповідно. Здоровими на всіх дослідних ділянках є лише частина дерев І класу Крафта, на ПП 1 їх 3,3 %, на ПП 2 – 3,2 % і на ПП 3 – 1,4 %.

Таблиця 1

**Відносний розподіл дерев сосни звичайної за класами Крафта й категоріями стану на ПП 1
(чисті культури сосни звичайної)**

Категорія стану	Частка дерев від загальної, %						Середній зважений клас Крафта
	I	II	III	IV	V	Загалом	
I	3,3	–	–	–	–	3,3	1,00
II	7,2	9,9	4,6	0,7	–	22,4	1,94
III	5,2	10,5	15,8	1,3	–	32,8	2,40
IV	–	0,7	9,2	21,7	8,6	40,2	3,95
V	–	–	–	–	1,3	1,3	5,00
Загалом	15,7	21,1	29,6	23,7	9,9	100,0	2,90
Індекс стану	2,12	2,56	3,16	3,89	4,13	3,14	–
	2,37					–	
	2,72		–				

Таблиця 2

Відносний розподіл дерев сосни звичайної за класами Крафта і категоріями стану на ПП 2 (2рСз1рВлч)

Категорія стану	Частка дерев від загальної, %						Середній зважений клас Крафта
	I	II	III	IV	V	Загалом	
I	3,2	–	–	–	–	3,2	1,00
II	14,3	15,9	–	–	–	30,2	1,53
III	6,4	17,4	18,9	–	–	42,7	2,30
IV	–	–	8,0	7,9	–	15,9	3,57
V	–	–	–	–	8,0	8,0	5,00
Загалом	23,9	33,3	26,9	7,9	8,0	100,0	2,42
Індекс стану	2,13	2,52	3,29	4,0	5,0	2,95	–
	2,36					–	
	2,52		–				

Таблиця 3

**Відносний розподіл дерев сосни звичайної за класами Крафта і категоріями стану на ПП 3
(культури сосни звичайної з підсіванням люпину багаторічного)**

Категорія стану	Частка дерев від загальної, %						Середній зважений клас Крафта
	I	II	III	IV	V	Загалом	
I	1,4	–	–	–	–	1,4	1,00
II	10,0	28,6	–	–	–	38,6	1,74
III	8,6	12,9	10,1	–	–	31,6	2,05
IV	–	–	11,4	12,8	–	24,2	3,53
V	–	–	–	–	4,2	4,2	5,00
Загалом	20,0	41,5	21,5	12,8	4,2	100,0	2,92
Індекс стану	2,35	2,31	3,53	4,0	5,0	2,4	–
	2,32					–	
	2,64		–				

Відносний розподіл дерев за класами Крафта і категоріями стану свідчить, що в культурах на ПП 1 процес диференціації (Кобранов 1973) у насадженні сягнув піку, оскільки тут частка дерев IV і V класів Крафта є найбільшою (33,6 %) проти ПП 2 і ПП 3, де їхні частки становлять 15,9 і 17,0 % відповідно. У варіантах досліду із азотонакопичувачами вільхою і люпином, фаза диференціації штучно створеного деревостану за ступенем панування, вочевидь, минула або ж завершується, про що свідчать розподіл дерев за класами Крафта й індексом стану та збережуваність, а також густина насадження. Збережуваність

сосни на ПП 1 становить 60,3 %, на ПП 2 – 52,5 %, на ПП 3 – 29,2 %. Густота насадження становить на ПП 1 – 4 824 шт.·га⁻¹, на ПП 2 – 2 799 шт.·га⁻¹, на ПП 3 – 2 333 шт.·га⁻¹. Порівняно висока збережуваність сосни на ПП 2 із незначною кількістю дерев пов'язана з тим, що під час садіння через 2 ряди сосни було введено ряд вільхи. За однакової початкової густоти садіння на ПП 1 і ПП 3 збережуваність культур у досліді з люпином є більш ніж удвічі меншою. На ділянці з люпином у зв'язку із інтенсивнішим ростом культур диференціація за ростом відбулася і насадження перебуває у фазі виформовування стовбурів. Тобто в насадженні з використанням люпину як меліоранта фази розвитку в молодому віці настають раніше.

Оцінювання стану дерев окремо для кожного класу Крафта та їхніх груп I і II та I, II і III класів Крафта свідчить, що на ПП 1 дерева I і II класів Крафта з індексом стану 2,37 становлять 36,8 % насадження, а I, II і III класів Крафта з індексом стану 2,72 – 66,4 %. На ПП 2 дерева I і II класів Крафта з індексом стану 2,36 у насадженні становлять 57,2 %, а групи з I, II і III класів з індексом стану 2,67 – 84,1 %. На ПП 3 I і II класу з індексом стану 2,32 – 61,5 % та I, II і III класу Крафта – 83,0 %, з індексом стану 2,64. Дерев вищих класів Крафта після проведення рубок догляду залишають у насадженні, і наведений аналіз розподілу кількості дерев за класами Крафта та категоріями стану не лише характеризує особливості росту, загальний стан і структуру лісових культур, але й дає можливість визначити інтенсивність проведення рубок.

На всіх ділянках стан дерев майбутнього I, II та частково III класу Крафта є однаковим. Дані, наведені в табл. 1–3 окремо за категоріями стану для кожного класу Крафта, свідчать, що ослаблення слабкого ступеня характерне лише для дерев I класу Крафта на всіх дослідних ділянках, а на ділянці 3 – також для дерев II класу Крафта. На ПП 1 і ПП 2 мають середню ступінь ослаблення і є сильно ослабленими дерева II і III класу Крафта, на ПП 3 сильно ослаблені дерева III класу. Це пояснюється більшою інтенсивністю пожежі та значною кількістю дерев IV категорії стану в межах III класу Крафта.

Індекс стану насадження на ділянках прямо пов'язаний із таксаційними показниками (табл. 4–6), особливо із середнім діаметром, що є закономірним, оскільки дерева з грубішою корою є стійкішими до низових пожеж (Gorshenin et al. 1981).

За результатами досліджень було розраховано коефіцієнти рівняння лінійного зв'язку для кожного варіанту між середніми діаметрами класів Крафта та індексом стану частини насадження, яку вони становлять. Коефіцієнт детермінації в усіх випадках є близьким до 0,9 або більшим (рис. 1), що свідчить про наявність тісного й дуже тісного зв'язку між цими показниками (Horoshko 2004).

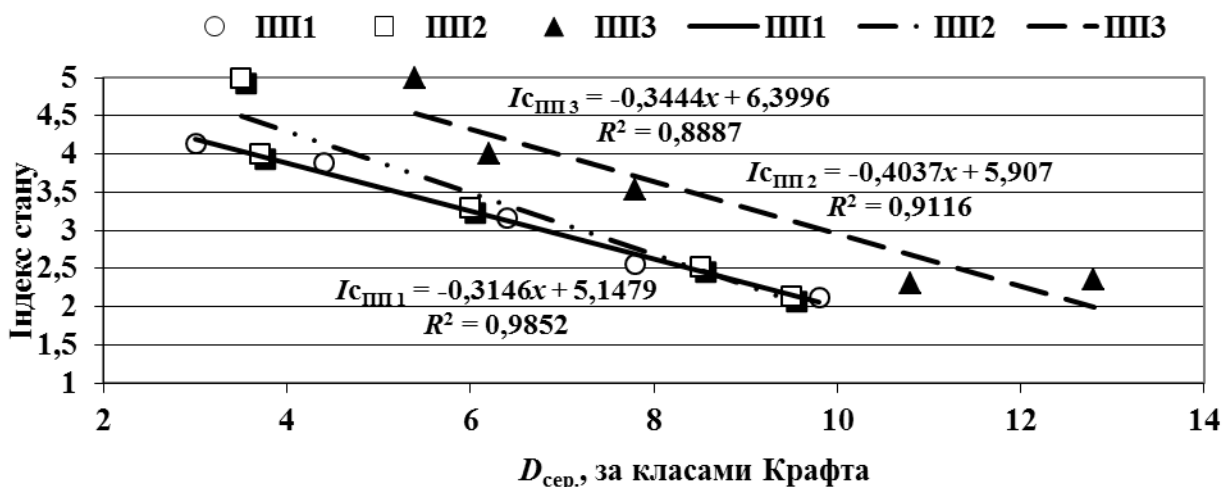


Рис. 1 – Співвідношення між діаметром дерев та індексом стану насадження

У випадку інтенсивнішого росту і збільшення діаметра дерев пряма зсувається в праву частину графіка, або в бік зростання діаметра. Кут нахилу до осі абсцис (діаметра) у всіх варіантах є майже однаковим, що свідчить про однакову природу цих зв'язків. Розраховані значення граничних меж діаметрів між індексами стану насадження такі: на ПП 1 у разі переходу від здорових до ослаблених – 10,0 см, від ослаблених до сильно ослаблених – 6,8 см і від сильно ослаблених до всихаючих – 3,6 см; на ПП 2 – 9,7, 7,2 та 4,7 см і на ПП 3 – 12, 9,9 та 7,0 см відповідно.

Про інтенсивність антропогенного впливу свідчить і той факт, що частка дерев І категорії стану на ПП 3 є у понад двічі меншою за таку на ПП 1 і ПП 2 (1,4 % проти 3,3 та 3,2 % відповідно), що можна вважати результатом інтенсивнішої пожежі на цій ділянці.

Таблиця 4

Середні таксаційні показники сосни звичайної за класами Крафта й категоріями стану на ПП 1 (чисті культури сосни звичайної)

Таксаційні показники	Клас Крафта					Середнє	Сума
	I	II	III	IV	V		
<i>H</i> , м	8,2	7,5	7	6	5,2	6,9	–
<i>D</i> _{1,3} , см	9,8	7,8	6,4	4,4	3,2	6,4	–
<i>N</i> , шт.·га ⁻¹	762	1016	1426	1142	476	–	4824
Бонітет	I	I	II	II	III	II	–
Повнота	0,30	0,26	0,24	0,09	0,02	0,90	–
<i>G</i> , м ² ·га ⁻¹	5,83	4,95	4,55	1,73	0,40	–	17,47
<i>M</i> , м ³ ·га ⁻¹	27,4	21,6	18,4	6,2	1,3	–	74,9

Закінчення табл. 4

Таксаційні показники	Категорія стану					Середнє	Сума
	I	II	III	IV	V		
<i>H</i> , м	8,4	7,8	7,1	6,1	6,1	6,9	–
<i>D</i> _{1,3} , см	10,6	8,8	6,8	4,6	4,6	6,4	–
<i>N</i> , шт.·га ⁻¹	159	1079	1587	1936	63	–	4824
Бонітет	I	I	II	II	II	II	–
Повнота	0,07	0,35	0,30	0,18	0,01	0,90	–
<i>G</i> , м ² ·га ⁻¹	1,40	6,71	5,84	3,41	0,10	–	17,47
<i>M</i> , м ³ ·га ⁻¹	6,7	30,7	24,3	12,8	0,4	–	74,9

За таксаційними характеристиками ПП 3 (табл. 6) значною мірою відрізняється від ПП 1 (табл. 4) і ПП 2 (табл. 5). Сосна звичайна в цьому варіанті росте за I^a класом бонітету, а на двох інших ділянках – за II бонітетом. Сосна звичайна в Лісостепу за I^a класом бонітету росте в ТЛУ В₂, а за II бонітетом – в ТЛУ А₁₋₂ (Lisotaksatsiynnyu dovidnyk 2013). Інтенсифікація росту сосни на ПП 3 відбулася за рахунок як кращого вологозабезпечення, так і позитивного впливу люпину багаторічного. Ділянка сосни звичайної на ПП 3 розташована майже посередині плато у мікропониженні в дещо вологішому гігротопі, на відміну від ПП 1 і ПП 2, які розташовані вище, в сухішому гігротопі і в умовах вимивання елементів мінерального живлення.

Позитивний вплив люпину багаторічного на ріст культур сосни в зазначених умовах не є великим, оскільки на карбонатних ґрунтах він росте і розвивається гірше, ніж на некарбонатних. Водночас навіть незначне накопичення азоту й гумусу в умовах їхнього гострого дефіциту на рекультивованих землях позитивно впливатиме на ріст і розвиток дерев. Загалом культури сосни з люпином (ПП 3) за висотою перевершують чисті культури

сосни (ПП 2) на 26,6 % – 9,4 проти 6,9 м, за діаметром на 35,0 % – 9,7 проти 6,4 см і за запасом на 25,2 % – 100,2 проти 74,9 м³·га⁻¹.

На ПП 2 позитивний вплив вільхи клейкої виявився в незначному підвищенні середніх діаметра й висоти, якщо порівняти з ПП 1. У варіанті з вільхою ПП 2 середня висота $H_{\text{сер.}}$ становить 7,7 м, діаметр $D_{1,3}$ – 7,3 см, а на ПП 1 $H_{\text{сер.}}$ – 6,9 м та $D_{1,3}$ – 6,3 см. Об'єм середнього дерева сосни в культурах з участю вільхи становить 20,6 дм³ проти 15,2 дм³ без неї. Сама вільха фактично випала зі складу насадження. Залишилося лише 35 шт·га⁻¹ вільхи – кращі екземпляри із середньою висотою 7,7 м і середнім діаметром 9,5 см, частина яких, судячи з викривлення нижньої частини стовбура, є порослевого походження. Окремі дерева вільхи клейкої інтенсивно плодоносять, суховершиняють, їхні стовбури вкриті водяними пагонами, що свідчить про незадовільний стан цієї породи.

Таблиця 5

Середні таксаційні показники сосни звичайної та вільхи клейкої за класами Крафта й категоріями стану на ПП 2 (2рСз1рВлч)

Таксаційні показники сосни	Клас Крафта					Середнє	Сума
	I	II	III	IV	V		
H , м	8,4	8,1	7,0	5,6	5,5	7,7	–
$D_{1,3}$, см	9,5	8,5	6	3,7	3,5	7,3	–
N , шт·га ⁻¹	667	933	756	221	222	–	2799
Бонітет	I	I	II	III	III	II	–
Повнота	0,26	0,30	0,12	0,01	0,01	0,70	–
G , м ² ·га ⁻¹	4,77	5,30	2,15	0,24	0,21	–	12,67
M , м ³ ·га ⁻¹	22,9	24,5	8,8	0,8	0,7	–	57,7

Продовження табл. 5

Таксаційні показники сосни	Категорія стану					Середнє	Сума
	I	II	III	IV	V		
H , м	8,6	8,2	7,7	6,2	5,5	7,7	–
$D_{1,3}$, см	10,3	8,9	7,6	4,5	3,5	7,3	–
N , шт·га ⁻¹	89	844	1200	444	222	–	2799
Бонітет	I	I	I	II	IV	II	–
Повнота	0,04	0,30	0,30	0,04	0,02	0,70	–
G , м ² ·га ⁻¹	0,74	5,47	5,52	0,73	0,21	–	12,67
M , м ³ ·га ⁻¹	3,6	25,9	24,8	2,7	0,7	–	57,7

Закінчення табл. 5

Таксаційні показники вільхи клейкої	Клас Крафта				Середнє	Сума
	I	II	III	IV		
H , м	7,4	6,9	6,9	7,4	7,7	–
$D_{1,3}$, см	9,8	8,5	10,1	8,8	9,5	–
N , шт·га ⁻¹	9	4	13	9	–	35
Бонітет	I	II	II	I	I	–
Повнота	–	–	–	–	0,02	–
G , м ² ·га ⁻¹	0,07	0,02	0,10	0,05	–	0,24
M , м ³ ·га ⁻¹	0,3	0,1	0,5	0,2	–	1,1

Повнота вільхи в насадженні становить 0,02 %, а запас – 1,1 м³·га⁻¹ (див. табл. 5). Вочевидь, низьку ефективність впливу вільхи на ріст сосни можна пояснити її постійним

вирубуванням, більшим пошкодженням пожежами та невласивим для її екологічної ніші типом умов місцезростання (ТУМ), дефіцитом вологи та низькою трофністю ґрунтів.

Випадіння рядів вільхи зі складу призвело до зниження загальної повноти культур на ПП 2 до 0,7, що є нижчим від повноти насаджень на ПП 1 та ПП 3, яка становить 0,9 і 1,0 відповідно. Така низька збереженість вільхи (2,1 %) зумовлена й тим, що у віці 8 років в аналогічних умовах вільха є вдвічі вищою за сосну (Danko 1986). Висота вільхи у 8-річному віці на відвалах розкривних порід у Лісостепу сягає 3,5 м проти 1,6 м у сосни, що спричинило її вирубування для використання місцевим населенням для господарських потреб.

Таблиця 6

Середні таксаційні показники сосни звичайної за класами Крафта й категоріями стану на ПП 3 (культури сосни звичайної з підсіванням люпину багаторічного)

Таксаційні показники	Клас Крафта					Середнє	Сума
	I	II	III	IV	V		
<i>H</i> , м	10,5	9,8	8,5	7,6	7,1	9,4	–
<i>D</i> _{1,3} , см	12,8	10,8	7,8	6,2	5,4	9,7	–
<i>N</i> , шт.·га ⁻¹	466	967	501	300	99	–	2333
Бонітет	I ^b	I ^a	I	I	II	I ^a	–
Повнота	0,33	0,48	0,13	0,05	0,01	1,0	–
<i>G</i> , м ² ·га ⁻¹	6,04	8,82	2,41	0,90	0,23	–	18,40
<i>M</i> , м ³ ·га ⁻¹	35,2	48,3	11,8	4	0,9	–	100,2

Закінчення таблиці 6

Таксаційні показники	Категорія стану					Середнє	Сума
	I	II	III	IV	V		
<i>H</i> , м	11,1	10	9,6	8	7,1	9,4	–
<i>D</i> _{1,3} , см	15,2	11,3	10,3	6,8	5,4	9,7	–
<i>N</i> , шт.·га ⁻¹	33	900	734	567	99	–	2333
Бонітет	I ^b	I ^a	I ^a	I	II	I ^a	–
Повнота	0,03	0,51	0,34	0,11	0,01	1,0	–
<i>G</i> , м ² ·га ⁻¹	0,60	9,17	6,29	2,11	0,23	–	18,40
<i>M</i> , м ³ ·га ⁻¹	3,7	51,3	34,5	9,8	0,9	–	100,2

Найменші значення *D*_{1,3} та *H*_{сер.} зафіксовано на ПП 1, проте завдяки високій збереженості в цьому варіанті досліді (60,3 %), повнота культур сосни становить 0,9 і загальний запас – 74,9 м³·га⁻¹. Лісові культури сосни з вільхою на ПП 2 з повнотою 0,7 мають запас сосни 57,7 м³·га⁻¹ і запас вільхи чорної 1,1 м³·га⁻¹. Найвищий запас – 100,2 м³·га⁻¹ – визначено на ПП 3, де повнота становить 1,0. На цій ділянці культур завдяки меліоративному впливу люпину багаторічного і дещо кращому вологозабезпеченню формуються багатші лісорослинні умови.

Частка запасу дерев майбутнього (I, II і частково III класи Крафта) на варіантах досліді є різною. Сумарний запас дерев I та II класів Крафта на ПП 1 становить 49,0 м³·га⁻¹, або 65,4 % від загального, на ПП 2 – 47,4 м³·га⁻¹, або 82,1 % від загального і на ПП 3 – 83,5 м³·га⁻¹, або 83,3 % від загального. Дерев перших трьох класів росту на ПП 1 мають запас 67,4 м³·га⁻¹ (90,0 %), на ПП 2 – 56,2 м³·га⁻¹ (97,4 %) і на ПП 3 – 95,3 м³·га⁻¹ (95,1 % від загального).

Розподіл запасів на пробних площах за категоріями стану такий: на ПП 1 запас здорових і ослаблених дерев, тобто дерев I і II категорії стану, становить 37,4 м³·га⁻¹ (49,9 % від загального), а запас здорових, ослаблених і сильно ослаблених дерев – 61,7 м³·га⁻¹, (82,4 %); на ПП 2 запас дерев перших двох категорій стану становить 29,5 м³·га⁻¹ (51,1 %), а перших

трьох категорій стану – $54,3 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ (94,1 %); на ПП 3 – $55,0 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ (54,9 %) і $89,5 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ (89,3 %) відповідно.

Значна участь у запасі сильно ослаблених дерев на всіх трьох дослідних ділянках є наслідком негативного впливу низових пожеж. До категорії сильно ослаблених потрапили дерева перших чотирьох класів Крафта на ПП 1 і перших трьох класів Крафта на ПП 2 і ПП 3. Більшість сильно ослаблених дерев належать до III класу Крафта (див. табл. 1–3).

Відповідно до Настановлень з рубок догляду (Nastanovlennya ro rubkakh 1971) та Правил поліпшення якісного складу лісів (Pravylyu polipshennyya 2007), інтенсивність прочищення в соснових насадженнях має становити 15–25 % від запасу, а зімкненість насадження після проведення рубок в А₁ має бути не нижчою за 0,8. В умовах місцезростання В₂ інтенсивність рубки може становити 15–30 % від запасу, а зімкненість насадження після рубки має сягати 0,7–0,8.

У нашому досліді під час рубок догляду слід вилучати дерева IV і V класів Крафта і IV і V категорій стану. Запас дерев цих класів росту на ПП 1 становить $14,0 \text{ м}^3$, тобто 18,7 % від загального запасу насадження. Повнота насадження після вирубування цих дерев становитиме 0,7. Індекс стану понизиться з 3,14 до 2,12, на одиницю зменшиться середня категорія стану насадження. На ПП 2 має бути вирубане $4,6 \text{ м}^3$, або 7,7 %, від загального запасу. До рубки необхідно відвести крім дерев сосни перерахованих класів Крафта і категорій стану всі дерева вільхи. Повнота насадження після рубки становитиме 0,65, індекс стану понизиться з 2,95 до 2,52, однак це не призведе до зменшення середньої категорії стану. Велика повнота на ПП 3 дає можливість провести рубки високої інтенсивності. На цій ділянці можна відвести в рубку крім дерев IV і V класів Крафта і IV і V категорій стану також дерева III класу Крафта та частину дерев III категорії стану. Після рубки 27 м^3 , або 26,9 % від запасу, повнота насадження становитиме 0,7. Індекс стану понизиться з 2,92 до 2,22, середня категорія стану зміниться з III на II.

Завдяки здатності вільхи й люпину до азотфіксації та збагаченню таким способом ґрунтів відвалу азотом збільшується радіальний приріст сосни у варіанті з вільхою (ПП 2), починаючи із 6 року і з люпином (ПП 3) – з 5 року від початку створення культур у порівнянні із контрольним варіантом (ПП 1) (рис. 2).

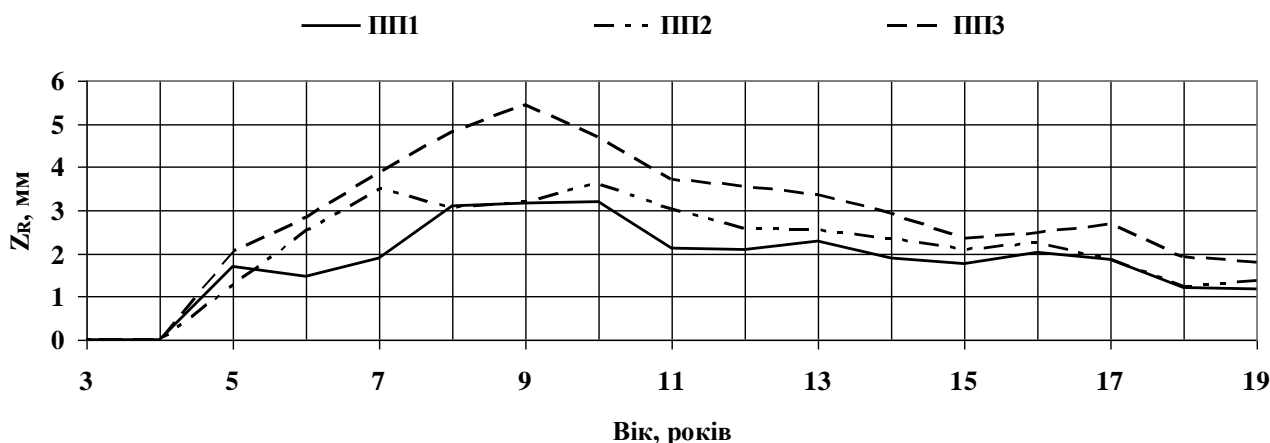


Рис. 2 – Динаміка радіального приросту сосни звичайної у дослідних культурах на відвалі Новоселівського ГЗК

Найвища інтенсивність радіального приросту на ПП 3 зумовлена як меліоративним впливом люпину, так і дещо вологішим ТУМ. Максимальний радіальний приріст сосни звичайної (5,4 мм) помічено на 9 році росту культур сосни у варіанті досліді з посівом люпину багаторічного у міжряддях. На контрольному варіанті ПП 1 і варіанті з вільхою ПП 2 максимальні прирости сосни зафіксовано у 10 років (3,2 і 3,5 мм відповідно). Зниження приросту на ПП 3 починається на 1 рік раніше (у 10 років) проти контрольного варіанту й

варіанту із вільхою, де приріст починає зменшуватися з 11 року. Можна вважати, що це є початком фази диференціації насадження за ступенем панування (Кобранов 1993), коли після змикання крон унаслідок конкуренції за світло посилюються ріст у висоту та диференціація дерев за класами росту. У подальшому, з 11 до 19 років, переважання за інтенсивністю радіального приросту у варіантах із рослинами-біомеліорантами зберігається. У середньому в культурах із вільхою (ПП 2) радіальний приріст є більшим на 12 %, а в культурах з люпином (ПП 3) – майже на 33 % проти приросту на ПП 1.

Хід росту культур сосни за радіальним приростом у варіантах досліді (рис. 3) свідчить, що переважання величини приросту з часом накопичується в абсолютних показниках і зберігається у відносних.

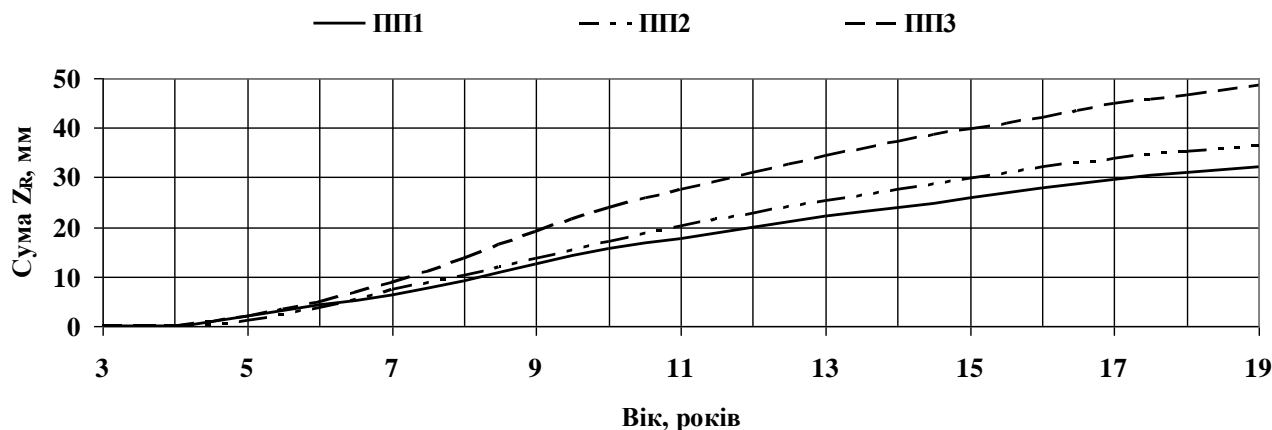


Рис. 3 – Хід росту за радіальним приростом дослідних культур сосни звичайної на відвалі Новоселівського ГЗК

Ширина річних кілець вільхи клейкої на ПП 2 інтенсивно збільшується до 9 років і в цьому віці перевершує ширину річних кілець сосни майже удвічі – 6,2 проти 3,2 мм (рис. 4).

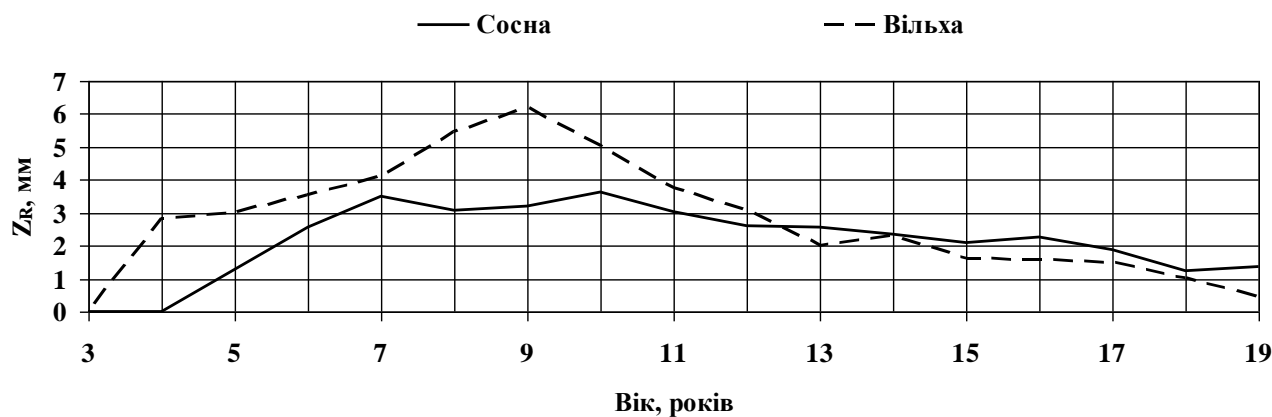


Рис. 4 – Динаміка радіального приросту сосни звичайної та вільхи клейкої у дослідних культурах на відвалі Новоселівського ГЗК

Зменшення радіального приросту вільхи починається з 10-річного, а сосни – з 11-річного віку насадження. Вочевидь, після повного змикання крон у лісових культурах починається інтенсивний ріст дерев у висоту, загострюється конкуренція за вологу, і насадження переходить у фазу диференціації дерев за класами росту. Починаючи із 13 років вільха поступається сосні за величиною радіального приросту. У 13-річних культурах ширина річних кілець вільхи є на 20 % меншою проти сосни (2,5 мм у сосни і 2,0 у вільхи). За роками ця різниця змінюється від 1,3 % у 14-річних культурах до 65,3 % у 19-річних на користь сосни.

В 11-річних культурах сосни на ПП 2, якщо порівнювати з ПП 1, різниця становила 2,5 мм і в 19-річних – 4,5 мм, на ПП 3 – 9,8 та 16,5 мм відповідно. У відносних показниках – 12,6 % в 11 років і 12,3 % у 19 років на ПП 2 та 35,6 і 34,0 % на ПП 3 відповідно.

У молодняках I класу віку вільха клейка на рекультивованих землях Новоселівського ГЗК частково випала зі складу насадження природним шляхом, усохла в результаті лісових пожеж, але переважно – внаслідок самовільних рубок. Хід росту за річним радіальним приростом (рис. 5) відбиває переважання вільхи в рості за діаметром у порівнянні із сосною, проте це лише результат значно інтенсивнішого росту вільхи у перші 12 років після створення культур.

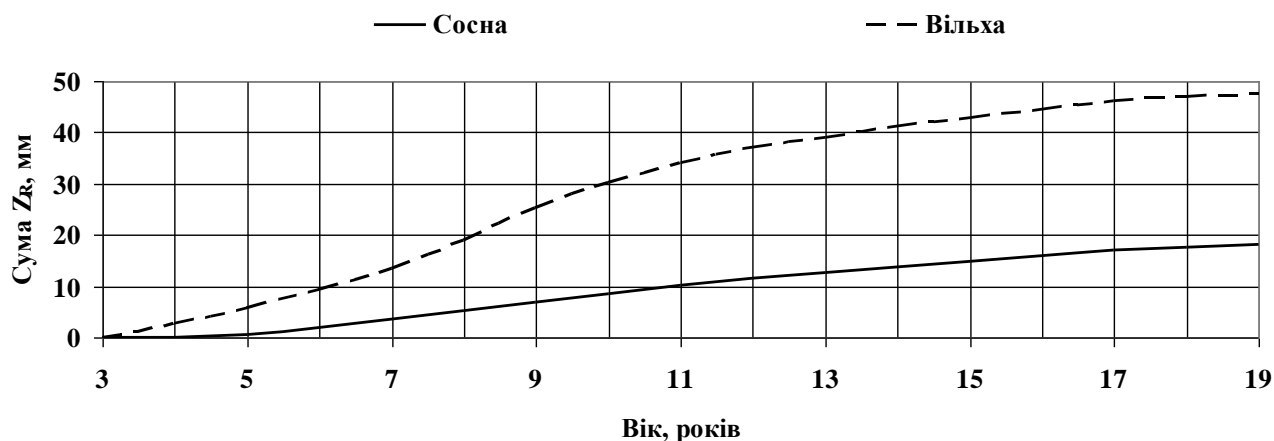


Рис. 5 - Хід росту за радіальним приростом сосни звичайної та вільхи клейкої в дослідних культурах на відвалі Новоселівського ГЗК

Меліоративний ефект вільхи в цьому варіанті виявився лише частково, у зв'язку із самовільним вирубуванням та відсутністю проведення освітлень в рядах вільхи з метою зниження конкуренції за вологу та охорони лісових насаджень на рекультивованих землях.

Використання рослин-меліорантів для інтенсифікації росту лісових культур сосни звичайної на рекультивованих землях має тривалий ефект і не спричиняє негативного екологічного впливу на довкілля, порівнюючи із застосуванням мінеральних добрив. Такий спосіб інтенсифікації росту лісових насаджень та підвищення ефективності використання рекультивованих земель є екологічно доцільним та економічно вигідним. Інтенсивніший ріст сосни звичайної є умовою швидшого наростання грубої кори, яка підвищує стійкість насаджень до низових пожеж (Gorshenin 1981).

Висновки. На рекультивованих землях в лісостеповій зоні на відвалах розкривних порід, які складені із суміші полтавських пісків, лесоподібних суглинків і бурих глин, що належать до I–II класів лісопридатності за класифікацією УкрНДІЛГА, 20-річні лісові культури сосни звичайної ростуть як у типах лісорослинних умов A₁₋₂ і B₂. Використання рослин-азотонакопичувачів у лісових культурах сприяє зростанню трофності едатопу, що відзначається в посиленні росту насаджень. У насадженнях сосни звичайної на рекультивованих землях найбільшою мірою пошкоджуються дерева нижчих класів Крафта і меншого діаметра. У результаті проведення рубок догляду і санітарних рубок індекс стану зменшується, однак деревостани залишаються ослабленими.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Balyuk, S. A., Yeterevska, L. V., Travleyev, A. P., Zverkovskyy, V. M., Kobets, A. S., Uzbek, I. H., Volokh, P. V., Demidov, O. A., Momot, G. F., Shymel, V. V. 2012. Kontseptsiya rekultyvatsiyi zemel, porushenykh za vidkrytoho ta pidzemnoho vydobutku korysnykh kopalyn [The concept of recultivation of lands disturbed by open and underground mining]. Kharkiv, KP Miska Drukarnya, 51 p. (in Ukrainian).

Bitvinskas, T. T. 1974. Dendroklimaticheskie issledovaniya [Dendroclimatic studies]. Leningrad, Gidrometeoizdat, 172 p. (in Russian).

Danko, V. N. 1986. Ispolzovaniye olhi chernoy pri oblesenii otvalov v Stepi [Using of black alder for afforestation of dumps in the Steppe]. *Lesnoye khozyaistvo* [Forest Management], 9: 52–53 (in Russian).

Danko, V. M., Tarnopilsky, P. B., Choni, L. I., Pasternak, S. H. 1993. Rekomendatsiyi do biologichnykh sposobiv intensyfikatsiyi rostu lisovykh kul'tur na karyerakh i vidvalakh, doboru porid i zaliseniya 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).

Fedonyuk, V. V. Volyanskyy, V. O., Fedonyuk, M. A. 2016. Porivnyalnyy ekonomichnyy analiz provedennya rekultyvatsiyi riznykh vydiv na porushenykh zemlyakh [Comparative economic analysis of various types of recultivation on disturbed lands]. *Aktualni problemy ekonomiky* [Actual Problems of Economics], 9: 203–212 (in Ukrainian).

Gorshenin, N. M., Dichenkov, N. A., Shvidenko, A. I. 1981. *Lesnaya pirologiya* [Forest pyrology]. Lviv, Vishcha Shkola, 160 p. (in Russian).

Horoshko, M. P., Myklush, S. I., Khomyuk, P. H. 2004. *Biometriya* [Biometrics]. Lviv, Kamula, 236 p. (in Ukrainian).

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

Izyumskiy P. P. 1972. *Taksatsiya tonkomernoho lesa* [Inventory of small wood]. Moscow, *Lesnaya Promyshlennost*, 88 p. (in Russian).

Kobranov, N. P. 1973. *Obsledovanie i issledovanie lesnykh kultur* [Inspection and study of forest plantations]. Leningrad, LTA, 77 p. (in Russian).

Lisotaksatsiyyny dovidnyk. 2013. [Forest Inventory Handbook]. Kashpor, S. M. and Strochinsky, A. A. (Eds.). Kyiv, Vinnichenko Publishing House, 496 p. (in Ukrainian).

Nastanovlennya po rubkakh dohlyadu v lisakh Ukrayinskoyi RSR [Instructions on tending felling in the forests in Ukrainian SSR]. 1971. Kyiv, Urozhay, 80 p. (in Ukrainian).

Pasternak, P. S., Voron, V. P., Mazepa, V. G., Pristupa, G. K., Zyatkov, L. L., Stelmahova, T. F. 1987. Rekomendatsii po povysheniyu ustoychivosti zelyonykh nasazhdeniy k tekhnogennomu zagryazneniyu atmosfery vybrosami ammiaka, sernistogo angidrida, okislov azota v usloviyah lesnoy i lesostepnoy zon Ukrainskoy SSR [Recommendations for increasing the resistance of green planting to man-made pollution of the atmosphere by the release of ammonia, sulfur dioxide and nitrogen oxides in the forest and forest-steppe zones in Ukrainian SSR]. Kharkiv, URIFFM, 16 p. (in Russian).

Ploshchi probni lisovoporyadni. 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).

Pravya polipshennya yakisnoho skladu lisiv [Rules for improving qualitative composition of forests]. 2007. Postanova Kabinetu Ministriv Ukrayiny vid 12.04.2007 No 733. *Ofitsiyyny visnyk Ukrayiny*, 37: St. 14–78 (in Ukrainian).

Stolyarov, D. P., Poluboyarinov, O. I., Dikatov, N. N. et al. 1988. Ispolzovanie kernov drevesiny v lesovodstvennykh issledovaniyakh [Using core samples of wood in silvicultural studies]. Leningrad, LenNILH, 44 p. (in Russian).

Terekhov, Ye. V. 2014. Upravlinnya tsilyovym pryznachennyam porushenykh vidkrytymy hirnychimy rozrobkamy zemel v aspekti staloho rozvytku tekhnohennykh mistsevostey [Special purpose management of lands disturbed by open mining in the aspect of sustainable development of man-made areas]. *Ekonomichnyy visnyk*, 1: 114–122 (in Ukrainian).

Zaytsev, G. A., Motorina, L. V. Danko, V. N. 1977. *Lesnaya rekultyvatsiya* [Forest reclamation]. Moscow, *Lesnaya promyshlennost*, 128 p. (in Russian).

Tarnopilsky P. B.

GROWTH AND CONDITION OF SCOTS PINE (*PINUS SYLVESTRIS* L.) FOREST PLANTATIONS GROWN WITH NITROGEN-FIXING PLANTS ON RECULTIVATED LANDS

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

Peculiarities of growth and condition of 19-years-old forest plantations of Scots pine on recultivated lands have been studied in conditions of intensive uncontrolled recreational loading and surface fires. Tree distribution of trees by health condition and Kraft classes was analysed. The functional relationship between health condition index of the plantations and tree diameter after the surface fires was evaluated. The intensity of thinning and volumes of growing stock removal were calculated for pine plantations with and without nitrogen-fixing plants. Radial increment dynamics for Scots pine was studied in the variants using common alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) and perennial lupine (*Lupinus perenne* L.) as nitrogen-fixing plants. A positive effect of lupine on pine growth was evident 4 years after planting and that of alder 5 years after. In the variant with lupine sowing, the phases of stand development, closing, and differentiation by Kraft classes go faster. In the forest-steppe zone, on dumps of overburden grounds on soils of the 1st and 2nd classes of forest-growing ability, 20-years-old forest plantations of Scots pine grow as in dry and fresh poor or

fresh relatively poor forest site condition.

Key words: forest recultivation, forest plantations, nitrogen-fixing plants, forest inventory indices, radial increment.

П. Б. Тарнопільський

РОСТ И СОСТОЯНИЕ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PINUS SYLVESTRIS* L.), ВЫРАЩИВАЕМЫХ С АЗОТОНАКОПИТЕЛЯМИ НА РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ ЗЕМЛЯХ

Український науково-дослідницький інститут лісного господарства і агролісомеліорації ім. Г. Н. Высоцького

Оценены показатели роста и состояния 19-летних лесных культур сосны обыкновенной на рекультивированных землях в условиях интенсивной неконтролируемой рекреационной нагрузки. Проанализировано распределение деревьев по категориям санитарного состояния и классам Крафта. Оценены зависимости между индексом санитарного состояния насаждений и диаметром деревьев по классам роста после низовых пожаров. Рассчитана интенсивность прочисток, и объёмы выборки по запасу в культурах сосны, выращиваемых с использованием растений-мелиорантов и без них. Сопоставлена динамика радиального прироста сосны обыкновенной в культурах с использованием растений-азотонакопителей ольхи клейкой (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) и люпина многолетнего (*Lupinus perenne* L.). Установлено, что положительное влияния люпина на прирост сосны происходит через 4 года после создания культур, а ольхи – через 5 лет. В лесных культурах сосны с подсевом люпина фазы развития насаждения, смыкание и дифференциация по классам роста происходят быстрее.

В среднем по радиальному приросту рост сосны I и II классов возраста с ольхой клейкой интенсивнее на 12 %, а с люпином – на 33 % в сравнении с сосновыми культурами без растений мелиорантов. В Лесостепной зоне на отвалах вскрышных пород лесные культуры сосны обыкновенной в 20 лет на грунтах I и II класса лесопригодности растут как в эдатопе A_{1,2} і B₂.

Ключевые слова: лесная рекультивация, лесные культуры, растения-мелиоранты, таксационные показатели, радиальный прирост.

E-mail: tarnop@uriffm.org.ua

Одержано редколегією 05.10.17