



О. А. МИХАЙЛІЧЕНКО¹, І. М. УСЦЬКИЙ¹, І. В. ГНОЄВИЙ²
ВПЛИВ КОРЕНЕВОЇ ГУБКИ НА РІСТ, СТРУКТУРУ ТА САНІТАРНИЙ СТАН
СОСНОВИХ НАСАДЖЕНЬ, СТВОРЕНИХ НА СТАРООРНИХ ЗЕМЛЯХ
У ЛІСОСТЕПУ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

¹Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького

²Харківська державна зооветеринарна академія

Одним із найнебезпечніших збудників хвороб хвойних лісів є коренева губка (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.). Всихання насаджень, уражених кореневою губкою, відбувається нерівномірно, тому їх можна умовно розподіляти на фрагменти, що мають різні стан, лісівничо-таксаційні показники та швидкість росту: осередок всихання, міжосередковий простір та еталонна частина міжосередкового простору. Встановлено, що за розподілом кількості стовбурів за ступенями товщини різні фрагменти уражених кореневою губкою насаджень належать до різних генеральних сукупностей. Виявлено, що в Лівобережному Лісостепу густота штучних соснових насаджень III–X класів віку, створених на староорних землях і уражених кореневою губкою, в осередках усихання є достовірно меншою, ніж у міжосередковому просторі та еталонній частині міжосередкового простору (на 1–31 та 24–50 % відповідно). Середні висота й діаметр дерев, що ростуть в осередку всихання, є меншими на 1,6 та 1,8 % відповідно проти висоти й діаметра дерев, що ростуть у міжосередковому просторі, та на 5,2 та 3,7 % – проти відповідних показників еталонної частини міжосередкового простору. Визначено, що уражена частина соснового насадження – осередок всихання та міжосередковий простір – за станом є ослабленою та всихаючою: індекс санітарно стану становить від 2,0 до 3,7 та від 1,8 до 3,4 для осередку всихання та міжосередкового простору відповідно. Не уражена кореневою губкою частина насадження (еталонна частина міжосередкового простору) має ослаблений та сильно ослаблений санітарний стан через загушеність і відсутність рубок догляду. Запас ураженого кореневою губкою насадження залежить від поширення осередків усихання та від площі, яку займають власне осередки хвороби, міжосередковий простір та еталонна частина міжосередкового простору.

Ключові слова: *Heterobasidion annosum*, лісівничо-таксаційні показники, густота насадження, запас насадження.

Вступ. Протягом 50–70 років XX ст. на землях, виведених із сільськогосподарського користування, створено близько 1 млн га соснових насаджень, більшість яких є чистими за складом і схильними до ураження кореневими гнилями, збудником яких є гриб *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. (Alekseev 1974, Ladeyshchikova et al. 1974, Negrutskiy 1986). Станом на 2009 р. площа соснових насаджень, в яких виявлено ті чи інші патологічні процеси, становила близько 100 тис. га, третина з них була уражена кореневою губкою (Ustskiy et al. 2014). Аналіз динаміки патологічних процесів у Харківській області за останні 20 років свідчить, що основним чинником погіршення стану соснових насаджень є ураження кореневою губкою. Частина площ насаджень, уражених цією хворобою, становила близько 69 % від загальної площі насаджень, у яких виявлено патологічні процеси (Ustskiy & Mukhailichenko 2018).

Патологічний процес у соснових насадженнях, уражених кореневою губкою, відбувається нерівномірно та суттєво впливає на їхній ріст і розвиток. Ураження кореневою губкою погіршує санітарний стан і знижує продуктивність цих насаджень (Negrutskiy 1986). Так, запас уражених кореневою губкою насаджень, залежно від класу віку, є на 8–23 % меншим проти запасу неуражених насаджень того самого віку (Mukhailichenko et al. 2014). Унаслідок розвитку хвороби в соснових насадженнях, через усихання дерев від корневих гнилей та наслідки вітровалів (Garbelotto & Gonthier 2013), втрати ділової деревини можуть сягати 40–50 % запасу (Savich 1965). Дослідження товарно-сортиментної структури деревостанів у Східному Поліссі засвідчило, що запас ділової деревини в соснових насадженнях, уражених кореневою губкою, в осередку всихання є в 1,5–2,0 разу меншим, ніж у міжосередковому просторі (Vedmid et al. 2013b). В умовах Волинського Полісся вихід і вартість ліквідної деревини в міжосередкових просторах соснових насаджень, уражених кореневою губкою, є на 42 % більшими, ніж в осередках усихання (Musienko et al. 2018).

Мета досліджень полягає у виявленні особливостей росту, продуктивності та стану уражених кореневою губкою соснових насаджень на староорних землях.

Матеріали й методи. Дослідження проводили в соснових насадженнях Лісостепу Харківської області в ДП «Вовчанське ЛГ», ДП «Гутянське ЛГ» та ДП «Харківська ЛНДС».

Ріст, структуру й санітарний стан соснових насаджень III–X класів віку, створених на староорних землях, вивчали на 70 пробних площах (ПП), закладених у чистих соснових насадженнях, уражених кореневою губкою. Тип лісорослинних умов обраних ділянок – свіжий суббір (B₂), тип лісу – свіжий дубово-сосновий суббір (B₂-dC). На кожній із ділянок соснових насаджень, відповідно до загальноприйнятих у лісівництві й лісовій таксації методик досліджень, закладали ПП: стандартні – в осередку всихання (уражена частина, середня площа ПП ($S_{\text{сер.ПП}}$) становила $0,32 \pm 0,02$ га, середня густина ($N_{\text{сер.дер.}}$) – $201 \pm 1,3$ шт.) та міжосередковому просторі (частина насадження між осередками всихання з порушеною структурою та поодиноким дифузним всиханням і ослабленням, $S_{\text{сер.ПП}} = 0,30 \pm 0,04$ га, $N_{\text{сер.дер.}} = 204 \pm 0,8$ шт.); кругові – в еталонній частині міжосередкового простору (без ознак патологічного всихання, з непорушеною структурою, $S_{\text{сер.ПП}} = 0,20 \pm 0,01$ га, $N_{\text{сер.дер.}} = 199 \pm 2,1$ шт.) (Neretin et al. 2006, Hrom 2007).

Висоти дерев вимірювали за допомогою висотоміра Haglöf для 10–15 дерев на кожній пробній площі. Санітарний стан дерев визначали відповідно до Санітарних правил в лісах України (Sanitary Forests Regulations in Ukraine 2016). За співвідношенням категорій санітарного стану дерев на пробних площах розраховували індекс стану згідно з рекомендаціями УкрНДЛГА (Voron et al. 2011). Цей показник характеризує ступінь ослаблення насаджень, його визначають за формулою (1):

$$I_c = \frac{K_1 \cdot n_1 + K_2 \cdot n_2 + K_3 \cdot n_3 + \dots + K_6 \cdot n_6}{N}, \quad (1)$$

де I_c – індекс стану деревостану;

K_1, \dots, K_6 – категорія стану дерев (від I до VI);

n_1, \dots, n_6 – кількість дерев певної категорії стану;

N – загальна кількість дерев на пробній площі.

Продуктивність насадження зумовлена закономірностями розподілу кількості стовбурів за ступенями товщини залежно від середнього діаметра насадження. Тому під час досліджень використовували непараметричний критерій узгодженості Колмогорова-Смірнова (λ) (Massey 1951). Для цього порівнювали два ряди емпіричних розподілів діаметрів дерев на пробних площах (осередок усихання – Ос, міжосередковий простір – Мо та еталонна частина міжосередкового простору – Ет. мо), закладених в уражених кореневою губкою соснових насадженнях, та оцінювали їхню належність до однієї генеральної сукупності. За рівнів імовірності – 0,95 та 0,99 граничні значення критерію λ дорівнюють 1,36 і 1,63 відповідно.

Загалом кожне з вибраних насаджень має особливості, проте однакові характер поширення хвороби, умови виростання та вік дають змогу аналізувати зміни таксаційних показників на тлі єдиного патологічного процесу.

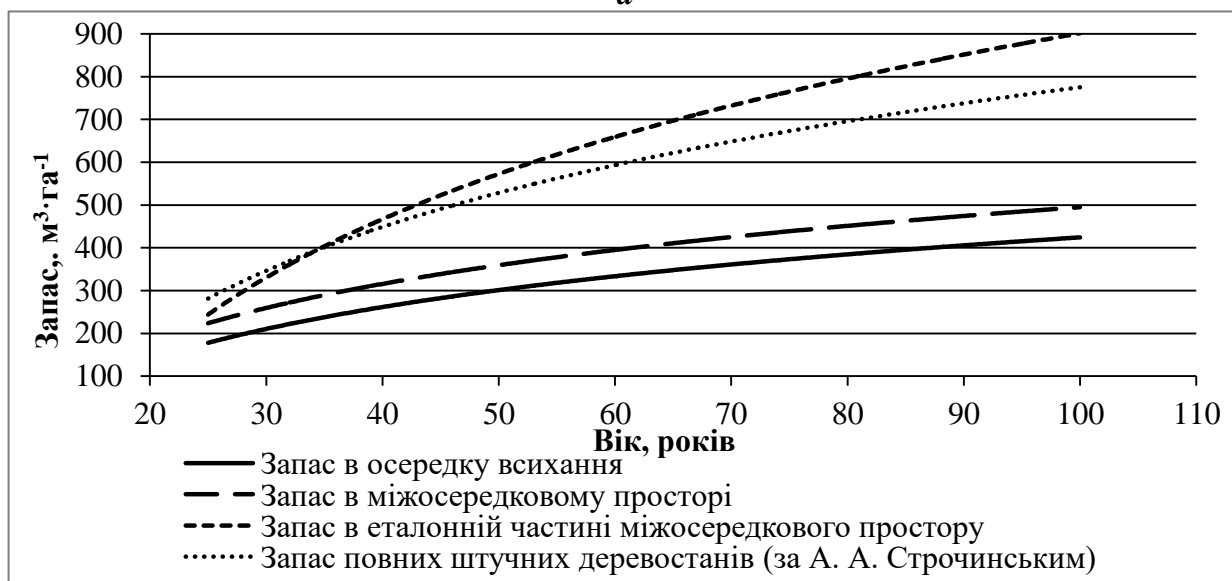
Результати та обговорення. Аналіз даних пробних площ свідчить, що таксаційні показники фрагментів соснових насаджень в осередку всихання є загалом нижчими, ніж у міжосередковому просторі та його еталонній частині. Лише на окремих ПП уражена частина насадження має дещо вищі середній діаметр чи середню висоту, що не позначається на закономірності щодо більшої продуктивності неураженої частини насадження. Аналіз обчисленого значення λ свідчить, що порівнювані частини насадження належать до різних генеральних сукупностей, які описують різні криві: між осередком усихання та еталонною частиною міжосередкового простору λ становить 1,37–16,24, тобто достовірність відмінностей перевершує 95–99 % рівень. Між осередком усихання та міжосередковим простором λ варіює в межах 1,98–27,03, тобто ці вибірки являють різні сукупності.

Дослідні соснові насадження, уражені кореневою губкою, характеризуються високим бонітетом (I–I^c), причому дерева, що ростуть у міжосередковому просторі, відзначаються кращим ростом, ніж дерева в осередку всихання.

Динаміка запасу в еталонній частині міжосередкового простору соснових насаджень (рис. 1, а) свідчить про значне його накопичення в V–VI класах віку, близько – 551 м³·га⁻¹. З віком простежується поступове збільшення запасу, максимум якого припадає на IX клас віку – 857 м³·га⁻¹; у X класі віку запас знижується до 828 м³·га⁻¹.



а



б

Рис. 1 – Динаміка запасу (а) та зв'язок між запасом і віком (б) в осередку всихання (M_{Oc}), міжосередковому просторі (M_{Mo}) та еталонній частині міжосередкового простору ($M_{Et. mo}$) соснових насаджень, уражених кореневою губкою

Зв'язок між запасом і віком в еталонній частині міжосередкового простору описує логарифмічна функція (2) (рис. 1, б):

$$M_{Et. mo} = 474,23 \ln(A) - 1282,4, \quad R^2 = 0,94. \quad (2)$$

Встановлено накопичення запасу в осередках усихання соснових насаджень з III до VI класу віку (173–351 м³·га⁻¹). У насадженнях VII та VIII класів віку виявлено значне ураження

дерев кореневою губкою, що, зі свого боку, призвело до зменшення запасу ($299\text{--}309 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$). Розладнання насаджень сповільнюється до IX та X класів віку, патологічні процеси стабілізуються за рахунок відпаду й видалення хворих та ослаблених дерев у молодшому віці, що сприяє збільшенню запасу до $410\text{--}472 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$. Зв'язок між запасом і віком в осередку всихання описує логарифмічна функція (3):

$$M_{Oc} = 177,79 \ln(A) - 394,32, \quad R^2 = 0,82. \quad (3)$$

Накопичення запасу в міжосередковому просторі соснових насаджень відбувається з III до X класу віку ($218\text{--}486 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$). Зв'язок між запасом і віком у міжосередковому просторі характеризується логарифмічною функцією (4):

$$M_{Mo} = 195,68 \ln(A) - 406,13, \quad R^2 = 0,98. \quad (4)$$

Розглянута динаміка зміни запасів визначає величину приросту за запасом у різних за станом фрагментах соснових насаджень, уражених кореневою губкою. Так, в еталонній частині міжосередкового простору середній приріст за запасом Δ_A з III до VII класу віку становить $\Delta_A = 9,8 \dots 12,4 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$, з VIII до X класу віку $\Delta_A = 10,8 \dots 8,2 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$.

В осередку всихання запас соснових насаджень збільшується з III до VI класу віку, проте середній приріст Δ_A майже не змінюється і становить $6,2\text{--}7,4 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$. Із VII до VIII класу віку середній приріст зменшується: $\Delta_A = 4,6 \dots 4,1 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$, а в IX та X класах віку, навпаки, дещо збільшується: $\Delta_A = 4,8 \dots 4,7 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$.

У міжосередковому просторі відбувається поступове зменшення середнього приросту з III до X класу віку від $8,7$ до $4,8 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$. Отже, середній приріст за запасом в осередку всихання від III до X класу віку є меншим, ніж у міжосередковому просторі та в еталонній частині міжосередкового простору соснових насаджень, уражених кореневою губкою.

Загалом динаміка запасу в осередку всихання та міжосередковому просторі соснових насаджень, уражених кореневою губкою, свідчить, що з віком хвороба суттєво впливає на приріст насаджень. Вирівняні криві запасів соснових насаджень в осередку всихання та міжосередковому просторі, якщо порівняти з кривою повних штучних соснових деревостанів за даними А. А. Строчинського (Strochinsky et al. 2007), характеризують вплив патологічного процесу на їхній ріст. Про закономірності розвитку соснових насаджень, створених на староорних землях, без патологічного відпаду (еталонна частина міжосередкового простору) можна судити за зміною їхньої густоти з віком (рис. 2), яку з високою точністю описує поліноміальна функція другого порядку (5):

$$N_{Et. mo} = 0,0002 \times A^2 - 0,0346 \times A + 2,4946, \quad R^2 = 0,91. \quad (5)$$

Інтенсивні освітлення та прочищення призводять до зменшення густоти насаджень у молодому віці. Із віком в еталонній частині міжосередкового простору з VI до X класу віку відбувається збільшення густоти, як порівняти з повними сосновими деревостанами (від 0,4 до 33 %). Загущені фрагменти в соснових насадженнях, уражених кореневою губкою (еталонна частина міжосередкового простору), формуються внаслідок впливу ґрунтових умов та людського фактору під час відводу дерев у рубку догляду.

Зменшення густоти в ураженій частині насаджень (осередок всихання) відбувається з III до VI класу віку через патологічний відпад. Із VII до X класу віку патогенний відпад уповільнюється і, відповідно, густота насаджень змінюється несуттєво.

Зв'язок між густотою й віком в осередку всихання характеризує поліноміальна функція другого порядку (6):

$$N_{Oc} = 0,0003 \times A^2 - 0,0455 \times A + 2,3351, \quad R^2 = 0,88. \quad (6)$$

Динаміка густоти насаджень є дуже подібною в ураженій частині насадження (осередок всихання) та в міжосередковому просторі, проте частка дерев в осередку всихання є на 1–31 % меншою, ніж у міжосередковому просторі.

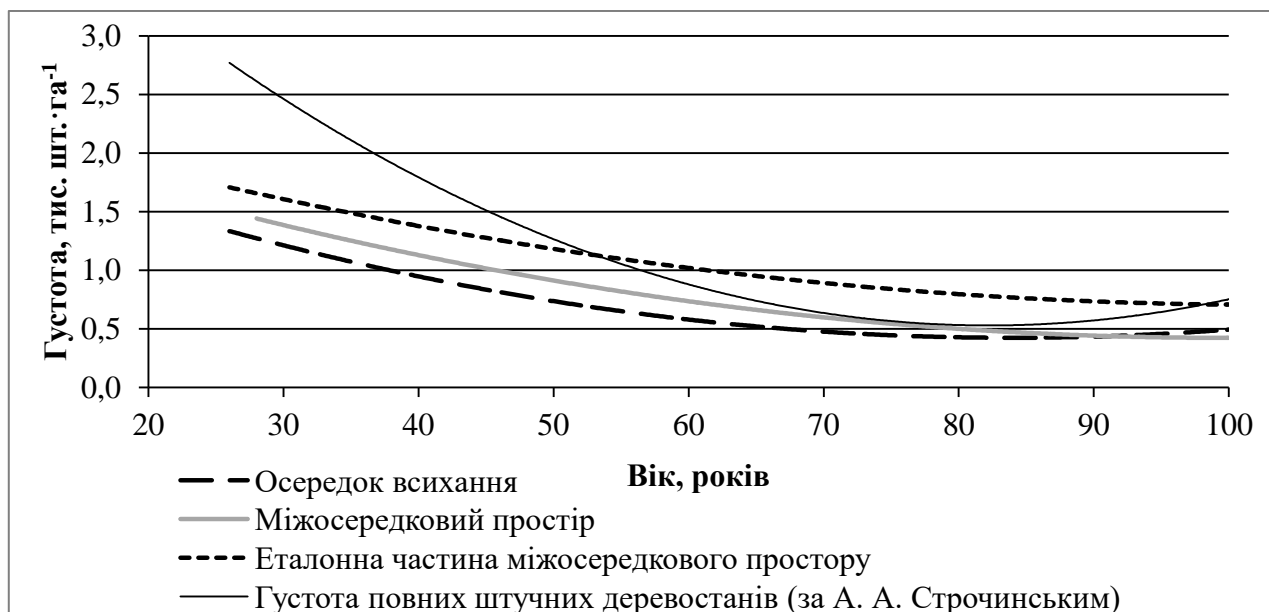


Рис. 2 – Зв'язок між густиною та віком у фрагментах соснових насаджень, уражених кореневою губкою

Якщо виключити наявний патологічний процес, то синхронність змін густоти в різних за станом частинах насаджень пов'язана із впливом кліматичних показників і віку, а фрагментарність ґрунтових умов призводить до локального утворення осередків усихання та міжосередкового простору, частина якого найменше піддається цим впливам. Це підтверджують також дослідження в Східному Поліссі (Vedmid et al. 2012, 2013a, Rasporina et al. 2013).

Динаміка висоти деревостанів із віком має особливості у різних за станом фрагментах ураженого кореневою губкою насадження (рис. 3).

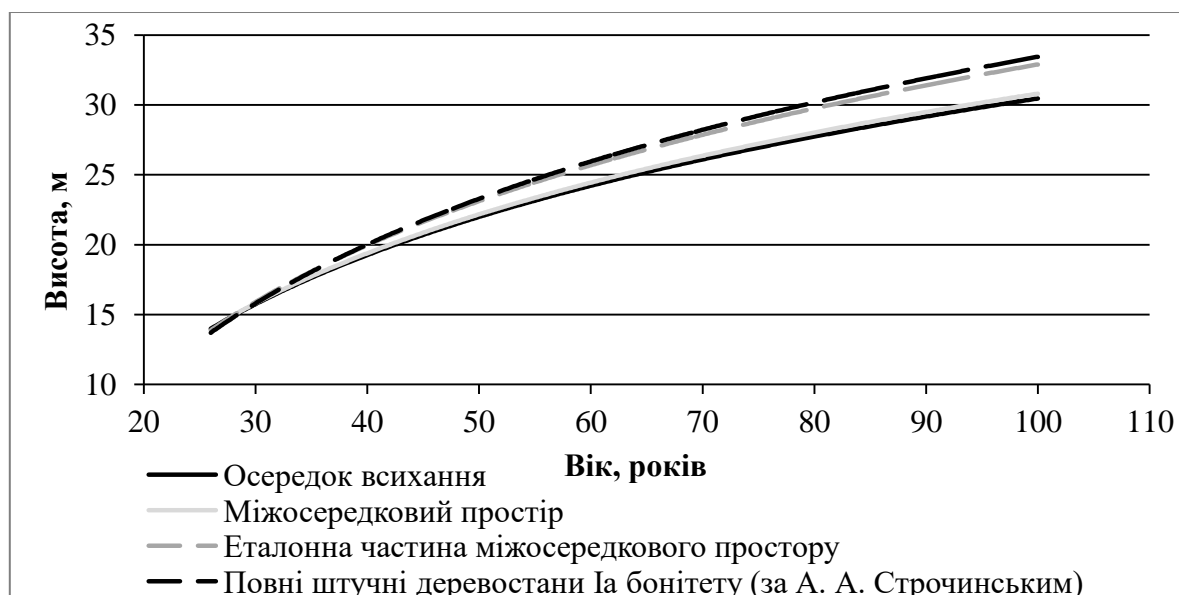


Рис. 3 – Зв'язок між віком та висотою дерев, що ростуть у фрагментах соснових насаджень, уражених кореневою губкою

Середня висота соснових насаджень закономірно збільшується з віком. Залежність між віком та висотою дерев, що ростуть в осередку всихання, міжосередковому просторі та еталонній частині міжосередкового простору соснових насаджень III–X класів віку, описують логарифмічні функції (7–9):

$$h_{Oc} = 12,222\ln(A) - 25,82, \quad R^2 = 0,91; \quad (7)$$

$$h_{Mo} = 12,459\ln(A) - 26,567, \quad R^2 = 0,88; \quad (8)$$

$$h_{Et. mo} = 14,115\ln(A) - 32,102, \quad R^2 = 0,96. \quad (9)$$

Динаміка середньої висоти дерев, що ростуть в еталонній частині міжосередкового простору соснових насаджень, уражених кореневою губкою, свідчить, що вони характеризуються більшим приростом за висотою, ніж повні штучні деревостани в молодому віці, від 1 % в III класі віку до 2 % в VIII класі віку.

Зіставлення вікових змін середньої висоти дерев осередку всихання та міжосередкового простору свідчить, що з віком різниця в середній висоті стає більшою. Якщо з III до VI класу віку вона становить близько 1 %, то з VII до X класу віку – близько 3 %.

Уповільнення росту дерев за висотою в осередку всихання в більш ранньому віці (починаючи з IV класу віку) є наслідком зрідження насадження через патологічний відпад і диференціацію дерев за станом.

Зважаючи на варіювання трофності й щільності ґрунту та наявності на різній глибині фізичної глини або фізичного піску, формуються різні умови зволоження та родючості. Зі свого боку, збільшення вмісту поживних речовин і зволоженості сприяє кращому росту дерев. Тому, унаслідок фрагментарності (відмінності) ґрунтових умов, ріст дерев за діаметром у частинах соснових насаджень, уражених кореневою губкою, відбувається інтенсивніше в молодому віці (рис. 4).

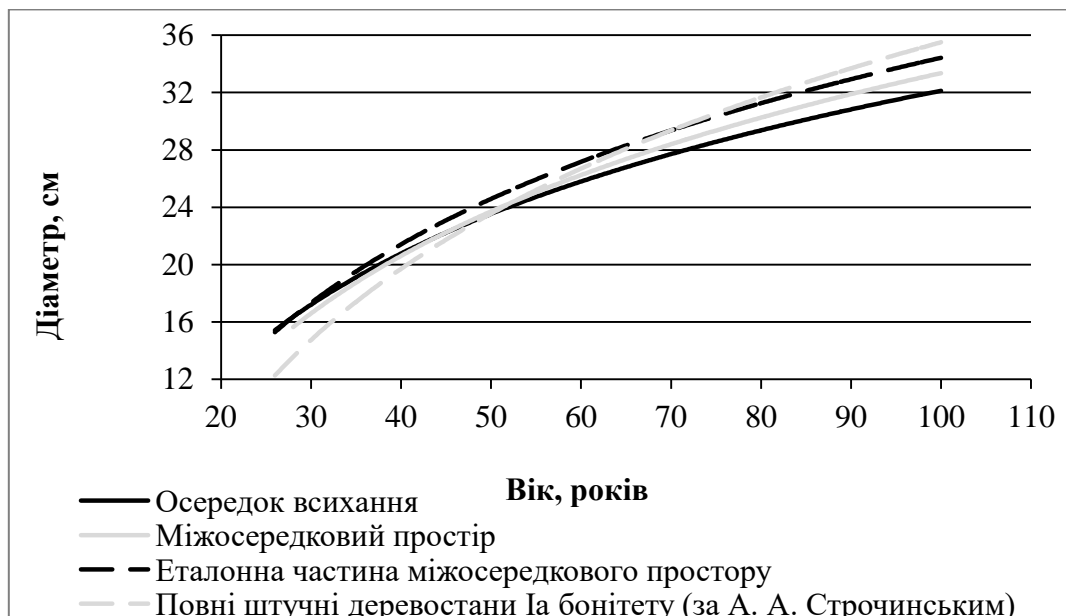


Рис. 4 – Зв'язок між віком і діаметром дерев, що ростуть у фрагментах соснових насаджень, уражених кореневою губкою

Підтвердженням цього є встановлена залежність між віком і діаметром дерев, що ростуть в осередку всихання, міжосередковому просторі та еталонній частині

міжосередкового простору соснових насаджень III–X класів віку, яку описують логарифмічні функції (10–12):

$$d_{Oc} = 12,4 \ln(A) - 24,975, \quad R^2 = 0,93; \quad (10)$$

$$d_{Mo} = 13,923 \ln(A) - 30,758, \quad R^2 = 0,88; \quad (11)$$

$$d_{Et. mo} = 14,206 \ln(A) - 30,991, \quad R^2 = 0,96. \quad (12)$$

Отже, середній діаметр дерев, в еталонній частині міжосередкового простору соснових насаджень III–VIII класів віку, уражених кореневою губкою, є більшим на 24–2 % від середнього діаметра повних штучних деревостанів відповідних класів віку. Середній діаметр дерев у міжосередковому просторі соснових насаджень III–X класів віку в середньому є більшим на 2 %, ніж дерев в осередку всихання, та меншим на 2 %, ніж в еталонній частині міжосередкового простору. Середній діаметр дерев в осередку всихання соснових насаджень, є більшим, ніж у міжосередковому просторі, лише в IV та VI класах віку на 7 та 1 % відповідно, що пояснюється інтенсивним ростом здорових і мало уражених дерев в осередках усихання на зрідженому просторі прогалини (більше вологи та світла).

Можливо, що фактори, що позитивно впливають на ріст дерев в осередку всихання, викликають депресію росту в дерев у міжосередковому просторі. Так негативний вплив посушливих років на ріст дерев у міжосередковому просторі є більшим, ніж в осередку всихання, де вологість ґрунту на прогалинах є суттєво вищою.

Санітарний стан соснових насаджень, уражених кореневою губкою, зумовлений впливом антропогенних і природних факторів (Ladeyshchikova et al. 2001). Найвпливовішими з них є ґрунтові умови, зміна гідротермічного режиму, всі види рубок догляду високої й дуже високої інтенсивності. За даними пробних площ установлено, що індекс санітарного стану дерев I_c в осередку всихання становить $3,1 \pm 0,08$, у міжосередковому просторі – $2,7 \pm 1,13$ та в еталонній частині міжосередкового простору – $2,5 \pm 0,5$. Результати узагальнення обліків свідчать, що насадження III–IV класів віку є ослабленими, а ступінь їхнього ураження – слабким. Насадження V–X класів віку визначено як сильно ослаблені, а ступінь їхнього ураження змінюється від середнього до сильного. Отже, з віком санітарний стан соснових насаджень, уражених кореневою губкою, погіршується.

У фрагментах насаджень, уражених кореневою губкою, залежність індексу санітарного стану сосни звичайної від віку характеризують поліноміальні функції третього порядку (рис. 5).

Для дерев сосни в осередку всихання (13):

$$I_c^1 = -9E-06A^3 + 0,0011A^2 - 0,0169A + 2,3209, \quad R^2 = 0,77. \quad (13)$$

Для дерев сосни в міжосередковому просторі (14):

$$I_c^2 = -6E-06A^3 + 0,0011A^2 - 0,0485A + 3,0074, \quad R^2 = 0,59. \quad (14)$$

Для дерев сосни в еталонній частині міжосередкового простору (15):

$$I_c^3 = 3E-06A^3 - 0,0007A^2 + 0,0528A + 1,1816, \quad R^2 = 0,75. \quad (15)$$

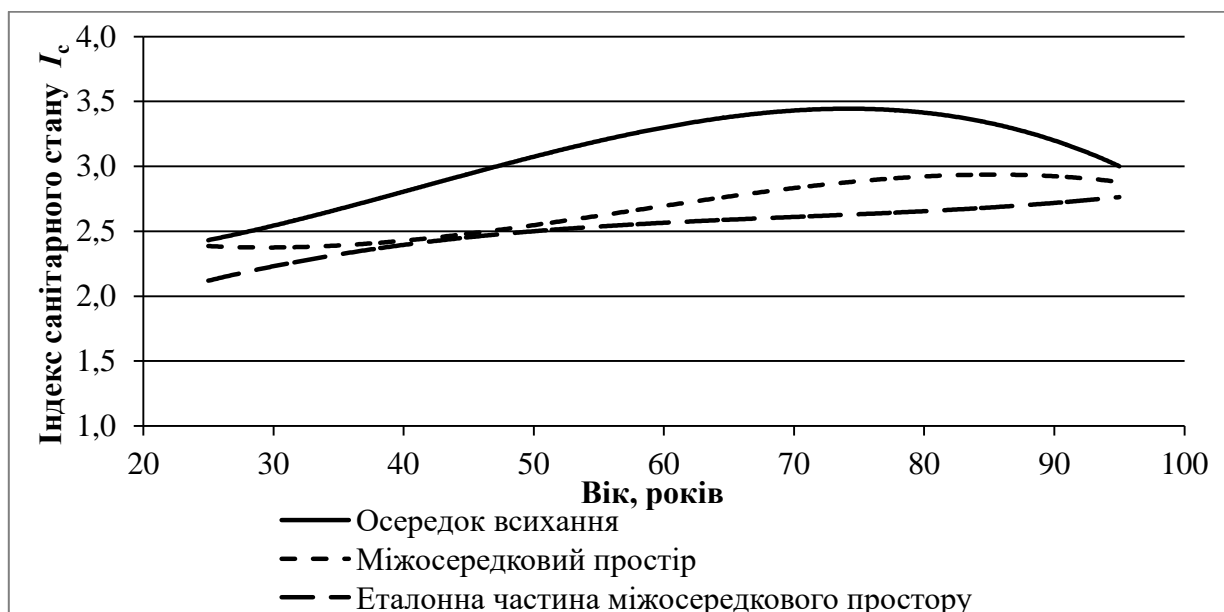


Рис. 5 – Залежність індексу санітарного стану сосни звичайної від віку у фрагментах соснових насаджень, уражених кореневою губкою

У соснових насадженнях IX та X класів віку активність осередків всихання знижується; індекс санітарного стану сосни звичайної в осередку всихання становить 3,1–3,2, а в міжосередковому просторі – 2,3–3,0. I_c сосни звичайної у насадженнях VI–VIII класів віку, в яких ураження прогресує найбільшою мірою, має вищі значення: в осередку всихання – в середньому 3,4, в міжосередковому просторі – 2,8.

Результати досліджень свідчать, що частка дерев I та II категорій санітарного стану (здорові та ослаблені) зменшується з віком (рис. 6). Встановлено, що з IV–X класів віку відбувається зменшення частки здорових та ослаблених дерев в осередку всихання насаджень від 66 % (537 шт.·га⁻¹) до 24 % (101 шт.·га⁻¹). У міжосередковому просторі частка здорових та ослаблених дерев також має тенденцію до зменшення від 69 % (1007 шт.·га⁻¹) в IV класі віку до 17 % (73 шт.·га⁻¹) в X класі віку. В еталонній частині міжосередкового простору частка здорових та ослаблених дерев також зменшується: від 62 % (700 шт.·га⁻¹) в IV класі віку до 22 % (139 шт.·га⁻¹) у X класі віку (рис. 6, а). У V–X класах віку частка дерев I та II категорій санітарного стану в еталонній частині міжосередкового простору зменшується в 1,5–3,0 разу від початкової кількості в III класі віку. Виявлено різке, нерівномірне зменшення частки дерев I та II категорій стану з VI до X класу віку в осередку всихання у 2,0–2,5 разу та в міжосередковому просторі у 2,0–3,0 разу.

Частка дерев сосни третьої та четвертої категорій санітарного стану (сильно ослаблені та всихаючі) у різних фрагментах соснових насаджень нерівномірно збільшується з віком. Встановлено, що частка таких дерев, починаючи з IV класу віку, в осередку всихання є меншою, що пов'язане з патологічними процесами, на тлі яких відбувається значна диференціація дерев за станом (див. рис. 6, б). У міжосередковому просторі насаджень переважають дерева III–IV категорій стану, а в еталонній частині міжосередкового простору – III, що пов'язане з фрагментарною загущеністю деревостанів та відсутністю природного відпаду. Частка свіжого та старого сухостою (V–VI категорії стану) в осередку всихання соснових насаджень збільшується з III до VII класу віку (з 4 % (62 шт.·га⁻¹) до 18 % (98 шт.·га⁻¹)), хвороба поширюється та прогресує, потім зменшується та має місце згасання хвороби з VII до X класу віку (з 18 % (98 шт.·га⁻¹) до 8 % (33 шт.·га⁻¹)) (рис. 6, в).

Аналогічну динаміку відзначено в міжосередковому просторі, де частка сухостійних дерев збільшується з 2 до 7 % (з 36 до 43 шт.·га⁻¹) у насадженнях III–VII класах віку, а в насадженнях VIII–X класів віку становить 5 % (28 шт.·га⁻¹).



a



б



в

Рис. 6 – Динаміка часток дерев сосни звичайної I–II (а), III–IV (б), V–VI (в) категорій санітарного стану у фрагментах соснових насаджень, уражених кореневою губкою

В еталонній частині міжосередкового простору сухоостою не виявлено. Отже, починаючи з VII класу віку, відпад дерев із віком уповільнюється, що пов'язане з поступовою адаптацією до наявних умов дерев, які залишилися, проте в разі виникнення екстремальних умов у насадженнях (посухи, вітровали тощо) процес усихання відновиться.

Незважаючи на низьку генетичну стійкість сосни до ураження кореневою губкою, вона є толерантною до ураження, а в умовах достатнього вологозабезпечення зберігає задовільний приріст за висотою та діаметром (Ladeyshchikova et al. 2001).

З аналізу отриманих даних випливає, що запас насадження, ураженого кореневою губкою, складається з частки запасів насадження в осередках усихання, в міжосередковому просторі та в його еталонній частині. Встановлено, що оскільки площа фрагментів із різним санітарним станом у соснових насадженнях, уражених кореневою губкою, варіює, то

загальний його запас залежить від площі, яку вони займають. Зважаючи на те, що площа міжосередкового простору є найбільшою, а запас цієї частини насадження становить найбільшу частку в насадженнях всіх вікових груп, то позначим цю частку k_1 , в осередку всихання – k_2 , а в еталонній частині міжосередкового простору, площа якої є найменшою, – k_3 . Таким чином, у математичній формі принцип формування загального запасу насадження, ураженого кореневою губкою, можна записати у вигляді (16):

$$M_{\text{ун}} = S_1 M_{\text{мп}} k_1 + S_2 k_2 M_{\text{мп}} + S_3 M_{\text{мп}} k_3, \quad (16)$$

де: $M_{\text{ун}}$ – запас ураженого насадження, $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$;

$M_{\text{мп}}$ – запас насадження в міжосередковому просторі, $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$;

S_1 , S_2 та S_3 – площі міжосередкового простору, осередку всихання та еталонної частини міжосередкового простору відповідно, га;

k_1 , k_2 , k_3 – коефіцієнти запасу міжосередкового простору, осередку всихання та еталонної частини міжосередкового простору відповідно.

Висновки. У зв'язку з нерівномірним поширенням патологічного процесу, соснове насадження в ураженій частині осередку кореневої губки є ослабленим і всихаючим, у міжосередковому просторі – ослабленим і сильно ослабленим, у неуразеній (еталонній частині міжосередкового простору) – ослабленим і сильно ослабленим.

Кількість дерев в осередку всихання соснових насаджень III–X класів віку є на 24–50 % меншою, ніж в еталонній частині міжосередкового простору, та становить від 1 до 31 % від кількості дерев у міжосередковому просторі. Середня висота та середній діаметр дерев в осередках усихання насаджень III–X класів віку є меншими, ніж у міжосередковому просторі та еталонній частині міжосередкового простору, причому з віком різниця збільшується.

Чим більшим є приріст за діаметром у міжосередковому просторі, тим менший він в осередку всихання. Запас деревостану еталонної частини міжосередкового простору, яка розміщена фрагментарно на незначних площах у насадженні, ураженому кореневою губкою, є суттєво більшим, ніж у міжосередковому просторі, і може перевершувати запас повних соснових деревостанів певного віку. Запас насадження, ураженого кореневою губкою, залежить від розподілу площі, яку займають осередки хвороби, міжосередковий простір та еталонна частина міжосередкового простору.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

- Alekseev, I. A.* 1974. Scientific bases for forest management activities to control root rot in the forests of Polissya and Forest-Steppe of Ukrainian SSR. Extended abstract of PhD thesis. Leningrad, 35 p. (in Russian)
- Massey, F. J. Jr.* 1951. The Kolmogorov-Smirnov Test for Goodness of Fit. Journal of the American Statistical Association, 46(253): 68–78. DOI: 10.1080/01621459.1951.10500769
- Garbelotto, M. and Gonthier, P.* 2013. Biology, epidemiology, and control of *Heterobasidion* species worldwide. Ann. Rev. Phytopath., 51: 39–59. DOI:10.1146/annurev-phyto-082712-102225
- Hrom, M. M.* 2007. Forest inventory. Lviv, RVV NLTU, 416 p. (in Ukrainian).
- Ladeyshchikova, E. I., Pobegaylo, A. I., Belyy, G. D., Alekseev, I. A., Chernykh, A. G., Pasternak, G. M., Shekhovtsov, A. G., Korobchenko, A. G.* 1974. About the predisposing causes to the disease for pine forests on formerly arable lands. In: Ladeyshchikova, E. I., Pobegaylo, A. I., Pasternak, G. M., Ladnykh, L. F. (Eds). Root Rot. Kharkiv, Prapor, p. 22–31 (in Russian).
- Ladeyshchikova, O. I., Ustsky, I. M., Chernykh, O. H., Mokrytsky, V. O., Bersneva, L. O.* 2001. A guide to protect pine plantations against root rot. Kharkiv, URIFFM, 28 p. (in Ukrainian).
- Musienko, S., Luk'yanets, V., Tarnopylska, O., Kobets, O., Babenko, V.* 2018. Merchantability and assortment structure of pine stands affected by root rot in the Volyn Polissya region, Ukraine. Central European Forestry Journal, 64(2): 96–103. <https://doi.org/10.1515/forj-2017-0034>
- Mykhailichenko, O. A., Ustsky, I. M., Vedmid, M. M., Lozitsky, V. G.* 2014. Growth characteristics of pine stands affected by annosum root rot in Novgorod-Siverske Polissya. Forestry and Forest Melioration [Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiya], 124: 36–41 (in Ukrainian).
- Negrutskiy, S. F.* 1986. The annosum root rot. Moscow, Agropromizdat, 196 p. (in Russian).

Neretin, S. D., Chiglyayev, I. F., Yosipenko, A. D., Zaremskiy, A. D. Shvets, M. I. 2006. Instruction on forest surveying in Ukraine. Field works. State Forestry Committee of Ukraine, Irpin, 75 p. (in Ukrainian).

Raspopina, S. P., Tarnopil'ska, O. M., Lukjanets, V. A., Kobets, O. V. 2013. Standing forest and characteristics of soils in focuses of dispersion a pine fungus (*Heterobasidion annosum* (Fr) Bref.) on abandoned agricultural lands of East Polissya. Scientific Bulletin of UNFU, 23.13: 64–73 (in Ukrainian).

Sanitary Forests Regulations in Ukraine. 2016. [Electronic resource]. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No 756 dated 26 October 2016. Available from: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/555-95-п> (last accessed date 22.04.2020) (in Ukrainian).

Savich, Yu. N. 1965. Features of development of pine crops in fresh fairly infertile pine site type in Polesie and Forest-Steppe. A Extended abstract of PhD thesis. Kyiv, 22 p. (in Russian).

Strochinsky, A. A., Kashpor, S. M., Berezivskyy, L. M. 2007. The sum of the cross-sectional areas and the stock of the stands at relative density of stocking of 1.0. Forest mensuration standards. Kyiv, Vydavnychiy Tsentru NAU, 19 p. (in Ukrainian).

Ustskiy, I. M. and Mykhailichenko, O. A. 2018. Dynamics of pathological processes in forests of Kharkiv region for the period of 1992–2012. Forestry and Forest Melioration [Lisivnytstvo i ahrolisomeliioratsiya], 133: 147–156 (in Ukrainian) <https://doi.org/10.33220/1026-3365.133.2018.149>

Ustskiy, I. M., Mihaylichenko O. A., Taran T. V. 2014. Quantitative assessment of the dynamics of pathological processes in the forests of Ukraine (as of 2009). Kharkiv, URIFFM, 32 p. (in Ukrainian).

Vedmid, M. M., Kobets, O. V., Lunachevsky, L. S., Tarnopil'ska, O. M., Motoshkov, O. V., Lozitsky, V. G. 2012. Growth characteristics of modal pine stands, planted on abandoned agricultural lands in Novgorod-Siversky and Chernihiv Polissya. Forestry and Forest Melioration [Lisivnytstvo i ahrolisomeliioratsiya], 121: 25–33 (in Ukrainian).

Vedmid, M. M., Lukjanets, V. A., Golovach, R. V., Lozitsky, V. G. 2013a. Condition of pine stands on old-arable lands in Koryukivsko-Schorskiy natural region. Scientific bulletin of UNFU, 23.17: 21–28 (in Ukrainian).

Vedmid, M. M., Tarnopil'ska, O. M., Kobets, O. V., Zuev, E. S., Lozitsky, V. G. 2013b. State, productivity and assortment structure of first generation pine and birch stands cultivated on abandoned agricultural lands of East Polissya. Forestry and Forest Melioration [Lisivnytstvo i ahrolisomeliioratsiya], 122: 12–23 (in Ukrainian).

Voron, V. P., Bondaruk, M. A., Koval, I. M., Tselishchev, O. H., Pluhatar, Yu. V., Romanenko, O. I., Melnyk, Ye. Ye., Papelbu, V. V., Leshchenko, V. O. 2011. Monitoring and enhancement of sustainability of anthropogenically disturbed forests. In: Recommendations of URIFFM. Kharkiv, Nove slovo, 304 p. (in Ukrainian).

Mykhailichenko O. A.¹, Ustsky I. M.¹, Gnoevy I. V.²

INFLUENCE OF ROOT ROT ON GROWTH, STRUCTURE AND HEALTH CONDITION OF THE PINE STANDS ESTABLISHED ON FORMERLY ARABLE LAND IN FOREST-STEPPE, KHARKIV REGION

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

²Kharkiv State Zooveterinary Academy

Due to an uneven distribution of the pathological process, the stand infected by root rot is divided into fragments with different health conditions, mensuration characteristics, and dynamics of growth processes. The fragments are decline focus, the area between the foci, and the reference area between the foci. The study showed that all empiric pools of trunk number distribution by thickness, depending on the average diameter in different fragments affected by root rot, belongs to different general populations. The density of annosum-infected pine stands of III–X age classes established on former agricultural land within Left-Bank Forest-Steppe in Ukraine was found to be 1–31% less within the decline foci as compared to the area outside the foci. Also, it was 24–50% less compared to the reference part of the area between the foci. The average height and diameter indices of the trees growing within the decline foci were lower compared to those of the trees growing outside the foci, by 1,6 % and 1,8% respectively. The variables were 5.2% and 3.7% lower as compared to the reference area outside the foci. The affected parts of the pine stand inside and outside the decline foci were found to be weakened and dying – their health condition indexes were from 2.0 to 3.7 and 1.8 to 3.4, respectively. The part of the stand non-affected by root rot (reference area between the foci) had weakened and severely weakened health due to the overstocking and lack of thinning. The stock of the stand infected by root rot depends on the area covered by the disease foci, the area between the foci and the reference area.

К е у w o r d s : *Heterobasidion annosum*, stand characteristics, stand density, growing stock.

Михайличенко А. А.¹, Усцкий И. М.¹, Гноевой И. В.²

ВЛИЯНИЕ КОРНЕВОЙ ГУБКИ НА РОСТ, СТРУКТУРУ И САНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ, СОЗДАНЫХ НА СТАРОПАХОТЯХ В ЛЕСОСТЕПИ ХАРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

¹Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г. Н. Высоцкого

²Харьковская государственная зооветеринарная академия

Одним из наиболее опасных возбудителей болезней хвойных лесов является корневая губка (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.). Усыхание насаждений, пораженных корневой губкой, происходит неравномерно, поэтому их можно условно разделить на фрагменты с различным состоянием, таксационными показателями и динамикой ростовых процессов: очаг усыхания, межочаговое пространство и эталонная часть

межочагового простору. Установлено, що порівнювані емпіричні сукупності розподілу кількості стволів по ступеням товщини в залежності від середнього діаметра в різних фрагментах уражених корневою губкою древостоев належать до різних генеральних сукупностей. Визначено, що в умовах Лівобережної Лесостепі густина штучних соснових древостоев III–X класів віку, створених на старопахотних землях і уражених корневою губкою, в очагах висихання менше порівняно з міжочаговим простором і еталонною частиною міжочагового простору на 1–31 % і 24–50 % відповідно. Висота і діаметр дерев, що ростуть в очагах висихання, менше на 1,6 і 1,8 % відповідно порівняно з показателями дерев, що ростуть в міжочаговому просторі, і на 5,2 і 3,7 % відповідно порівняно з еталонною частиною міжочагового простору. Встановлено, що уражена частина соснового древостоя – очаг висихання і міжочагове простору – характеризується ослабленим і висихаючим станом: індекс санітарного стану становить від 2,0 до 3,7 і від 1,8 до 3,4 відповідно для очага висихання і міжочагового простору. Не уражена корневою губкою частина древостоя (еталонна частина міжочагового простору) має ослаблене і сильно ослаблене санітарне стан внаслідок густоти і відсутності рубок догляду. Запас древостоя, ураженого корневою губкою, залежить від площі зайнятої власне очагами хвороби, міжочаговим простором і еталонною частиною міжочагового простору.

Ключові слова: *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref., таксаційні показники, густина насаджень, запас насаджень.

E-mail: ustskiy@uriffm.org.ua

Одержано редколегією 28.04.2020