



**О. М. ТАРНОПІЛЬСЬКА^{1,2}, В. А. ЛУК'ЯНЕЦЬ¹, О. В. КОБЕЦЬ¹,
Л. С. ЛУНАЧЕВСЬКИЙ¹, М. Г. РУМЯНЦЕВ¹**

**РІСТ, СТРУКТУРА І СТАН НАСАДЖЕНЬ, СТВОРЕНИХ НА ЗРУБАХ УРАЖЕНИХ
КОРЕНЕВОЮ ГУБКОЮ СОСНОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ**

¹Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації імені Г. М. Висоцького
²Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова

Дослідження проведено у мішаних лісах із сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) і берези повислої (*Betula pendula* Roth.) на території лісгосподарських підприємств ДП «Корюківське ЛГ» і ДП «Семенівське ЛГ» у Східному Поліссі України. Мета досліджень полягала в порівняльному аналізі лісівничо-таксаційних показників, продуктивності й санітарного стану мішаних насаджень другої генерації, створених на зрубах соснових насаджень, уражених кореневою губкою. Встановлено, що, згідно з непараметричним критерієм узгодженості Колмогорова-Смірнова (λ), порівнювані емпіричні сукупності розподілу кількості стовбурів за ступенями товщини залежно від середнього діаметра деревостану в осередку всихання і на контролі (міжосередковий простір) належать до різних генеральних сукупностей і описані відмінними кривими. Виявлено, що густина і запас деревини мішаних штучних соснових насаджень в осередках усихання є значно меншими, ніж у міжосередковому просторі (на 15–62 % і 15–59 % відповідно), унаслідок патологічного відпаду. Середній діаметр живих дерев сосни в осередку всихання, якщо порівнювати з міжосередковим простором, різниться на 12 % як у більший, так і менший бік. В осередку всихання всихають товстіші дерева (у середньому на 15–42 %), ніж у міжосередковому просторі. У мішаних соснових насадженнях березова частина є стійкішою до ураження кореневою губкою та має значно кращий санітарний стан (індекс санітарного стану становить I,5–II,0 в осередку всихання проти I,2–I,5 в міжосередковому просторі), ніж соснова (індекс санітарного стану – II,1–IV,3 проти I,7–II,5 відповідно).
Ключові слова: *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref., осередок усихання, міжосередковий простір, санітарний стан.

Вступ. Коренева губка (збудник – *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.) є одним із найнебезпечніших захворювань кореневої системи хвойних видів. За результатами зарубіжних і вітчизняних досліджень ця хвороба спричиняє зниження запасу хвойних насаджень (Woodward et al. 1998, Garbelotto & Gonthier 2013, Lapitan et al. 2013, Vedmid et al. 2013, Musienko et al. 2018, Luk'yanets et al. 2019), послаблює їхню вітростійкість (Woodward et al. 1998), зумовлює передчасний розпад (Vollbrecht et al. 1994), сприяє масовому розмноженню ентомошкідників (Lyamtsev 2015), а також підвищує пожежну небезпеку й погіршує ґрунтозахисні, водоохоронні та санітарно-гігієнічні функції лісу (Bendz-Hellgren et al. 1999). Економічні втрати, зумовлені негативними наслідками дії *Heterobasidion* в Європі, оцінюються у 800 мільйонів євро на рік, і прогнозується їхнє зростання (Asiegbu et al. 2005).

Останніми роками в лісах Полісся України збільшилися площі осередків хвороб: на 30 % – від 90,9 тис. га у 2007 р. до 117,3 тис. га у 2014 р. У насадженнях із наявністю патологічних процесів 72 % площі (84,7 тис. га) припадає на сосняки, уражені кореневою губкою (Chudak 2014). Найбільші осередки цієї хвороби зосереджені в лісах, підпорядкованих Чернігівському (28,7 тис. га), Житомирському (14,2 тис. га), Київському (14,8 тис. га), Волинському (11,9 тис. га) та Рівненському (11,1 тис. га) обласним управлінням лісового і мисливського господарства (ОУЛМГ).

Шкідливість кореневої губки досліджували в Україні переважно в соснових насадженнях, створених на староорних землях (Lapitan et al. 2013, Vedmid et al. 2013, Musienko et al. 2018). Вплив кореневої губки на лісівничо-таксаційні показники, продуктивність і санітарний стан насаджень сосни звичайної (Сз) та берези повислої (Бп) другої генерації, тобто створених на зрубах соснових насаджень, уражених кореневою губкою, висвітлено лише у поодиноких працях (Lozitsky et al. 2013). Тому дослідження продуктивності й санітарного стану та розроблення заходів запобігання й контролю хвороби є надзвичайно актуальними.

Мета досліджень полягає у порівняльному аналізі лісівничо-таксаційних показників, продуктивності й санітарного стану мішаних насаджень другої генерації, створених на зрубках соснових насаджень, уражених кореневою губкою.

Матеріали й методи. Дослідження проводили в лісах двох лісогосподарських підприємств, ДП «Корюківське ЛГ» і ДП «Семенівське ЛГ» Чернігівського ОУЛМГ в умовах Східного Полісся. Для вивчення лісівничо-таксаційних показників, продуктивності й стану уражених кореневою губкою мішаних соснових насаджень закладено попарно 6 пробних площ (ПП) в осередках усихання, 6 пробних площ як контроль у порівняно здоровій частині тих самих насаджень (міжосередковий простір), а також 1 пробну площу в березовому насажденні. Кількість дерев на пробних площах варіює від 150 до 220 штук.

У лісовому фонді досліджених підприємств на зрубках уражених кореневою губкою соснових насаджень створювали переважно мішані культури сосни з різними схемами змішування та чисті березові з розміщенням садивних місць 2,0 × 0,5 м. Схема змішування рослин у лісових культурах на ПП 9 становить 3 ряди Сз, 1 ряд Бп, на ПП 12 – 5 рядів Сз, 3 ряди Бп, на ПП 14 – 3 ряди Сз, 2 ряди Бп, на ПП 2 – 3 ряди Сз, 3 ряди Бп, на ПП 5 – 2 ряди Сз, 8 рядів Бп. На ПП 1 у культурах сосни присутня у складі 1 Бп природного походження. ПП 3 закладено в чистому березовому насажденні.

Закладання постійних пробних площ і лісівничо-таксаційні дослідження на них проводили за загальноприйнятими у лісівництві і лісовій таксації методиками (Anuchyn 1982, Shvydenko et al. 1987, Neretin et al. 2006, Hrom 2007).

Стан дерев визначали згідно із Санітарними правилами в лісах України (Sanitarni pravyla 2016.). Індекс санітарного стану, який характеризує ступінь ослаблення деревостанів, обчислювали як середньозважений показник згідно з рекомендаціями УкрНДЛГА (Voron et al. 2011) за формулою (1):

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

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.

Матеріали дослідження статистично оброблено з використанням методів параметричного і непараметричного аналізу (Massey 1951, Dospekhov 1985). Накопичення, коригування, систематизацію вихідної інформації та візуалізацію отриманих результатів здійснювали в електронних таблицях Microsoft Excel. Статистичний аналіз проводили з використанням програми STATISTICA 13.3 (розробник – StatSoft.Inc). Під час порівняння середніх величин у нормально розподілених сукупностях кількісних даних обчислювали t -критерій Стьюдента (Dospekhov 1985). Отримані значення t -критерію Стьюдента оцінювали шляхом порівняння з критичними значеннями. Відмінності показників вважали статистично значущими за рівня значущості $p < 0,05$.

Під час досліджень продуктивності деревостанів використовували непараметричний критерій узгодженості Колмогорова-Смірнова (λ) (Massey 1951). Для цього порівнювали два ряди емпіричних розподілів діаметрів дерев на попарних пробних площах (осередок усихання – ОС та міжосередковий простір – МО), закладених в уражених кореневою губкою соснових насажденнях, та оцінювали їхню належність до однієї генеральної сукупності.

Результати та обговорення. Результати аналізу значення λ свідчать, що порівнювані сукупності розподілу кількості стовбурів за ступенями товщини залежно від середнього діаметра деревостану в осередку усихання (ОС) і на контролі – міжосередковому просторі (МО) належать до різних генеральних сукупностей, і описані різними кривими ($\lambda - 1,68 - 8,23) > 1,63$, тобто достовірність відмінностей перевищує 95 % рівень.

На всіх пробних площах в осередках усихання у складі насадження кількість берези є більшою на 1–6 одиниць, ніж у міжосередковому просторі (табл. 1). Це дає змогу зробити припущення, що береза є стійкішою до ураження кореневою губкою, ніж сосна.

Таблиця 1

Лісівничо-таксаційна характеристика насаджень, створених на зрубках в осередках кореневої губки

№ ПП	Вік, років	Склад	Порода	Стан дерев	N , шт. га ⁻¹	D , см	H , м	M , м ³ ·га ⁻¹	Повнота	Індекс стану I_c
ТЛУ А₂										
9 ОС	40	6С34Бп	Сз	живі	340	14,6	10,5	30,9	0,24	4,3
			Сз	сухі	405	12,4	9,3	24,7	0,22	–
			Бп	живі	327	13,0	11,0	25,7	0,17	1,6
			Бп	сухі	109	11,3	13,0	7,8	0,04	–
9 МО		9С31Бп	Сз	живі	1343	14,7	11	127,3	0,91	2,1
			Сз	сухі	150	10,1	10	5,8	0,05	–
			Бп	живі	400	8,8	8,9	11,8	0,09	1,4
			Бп	сухі	54	8,0	10,3	1,5	0,01	–
14 ОС	47	3С37Бп	Сз	живі	474	13,4	12,7	42,6	0,22	2,6
			Сз	сухі	59	12,9	12,5	4,8	0,03	–
			Бп	живі	721	14,7	15,6	89,8	0,47	1,5
			Бп	сухі	9	11,9	14,7	0,7	0,0	–
14 МО		9С31Бп	Сз	живі	1630	15,2	15,4	217,7	0,76	1,9
			Сз	сухі	56	8,8	11,3	1,6	0,01	–
			Бп	живі	300	15,6	16,3	44,8	0,14	1,4
ТЛУ В₂										
5 ОС	24	2С38Бп	Сз	живі	872	8,8	9,8	28	0,17	4,0
			Сз	сухі	286	6,2	7,6	3,1	0,02	–
			Бп	живі	2100	9,5	12,3	86,1	0,45	2,0
			Бп	сухі	114	6,4	9,9	1,8	0,01	–
5 МО		3С37Бп	Сз	живі	1420	8,8	9,8	43,2	0,29	2,5
			Сз	сухі	20	3,6	5,7	0,2	0,00	–
			Бп	живі	2060	9,5	12,5	90,5	0,46	1,5
			Бп	сухі	40	6,2	9,9	0,6	0,00	–
12 ОС	26	3С37Бп	Сз	живі	333	12,9	11,4	25,4	0,13	3,2
			Сз	сухі	100	10,7	10,5	4,9	0,03	–
			Бп	живі	684	12,9	14	61,2	0,24	1,5
			Бп	сухі	26	8,8	11,7	0,9	0,00	–
12 МО		6С34Бп	Сз	живі	1210	11,3	13,3	82,7	0,35	2,0
			Сз	сухі	100	8,8	11,0	3,5	0,02	–
			Бп	живі	828	11,3	14,1	57,1	0,22	1,2
1 ОС		48	9С31Бп	Сз	живі	645	23,2	18,7	234,1	0,62
	Сз			сухі	30	19,9	17,9	7,7	0,02	–
	Бп			живі	169	16	15,9	25,7	0,15	1,6
	Бп			сухі	53	17,1	16	9,2	0,03	–
1 МО	10С3 поод.Бп		Сз	живі	933	23,7	20,4	385,3	0,91	1,7
			Сз	сухі	13	16	17,8	2,1	0,01	–
			Бп	живі	130	10,1	15,5	8,3	0,04	1,4
			Бп	сухі	50	8,8	14,9	2,5	0,01	–

Закінчення табл. 1

№ ПП	Вік, років	Склад	Порода	Стан насадження	N , шт. · га ⁻¹	D , см	H , м	M , м ³ · га ⁻¹	Повнота	Індекс стану I_c
2 ОС	49	4Сз6Бп	Сз	живі	257	22	19,1	85,6	0,23	3,3
			Сз	сухі	50	19,2	18,3	12,2	0,03	–
			Бп	живі	321	25,3	20,1	150,1	0,47	1,8
			Бп	сухі	21	23,2	19,7	8,2	0,02	–
2 МО		7Сз3Бп	Сз	живі	530	23,4	22,4	233,9	0,50	2,1
			Сз	сухі	10	16,4	20,9	2,0	0,00	–
			Бп	живі	230	23,2	20,8	93,1	0,32	1,5
			Бп	сухі	10	17,9	19,3	2,3	0,01	–
3 МО	41	10Бп	Бп	живі	625	19,9	20,1	179,5	0,66	1,5
			Бп	сухі	19	14,7	17,7	2,7	0,01	–

Примітка. Сз – сосна звичайна; Бп – береза повисла; ОС – осередок усихання; МО – міжосередковий простір.

Результати досліджень свідчать, що вплив кореневої губки на таксаційні показники і стан ураженої та неуразеної частин насадження можливо пов'язати з комплексом факторів: інтенсивністю патологічного всихання, інтенсивністю і строками проведення лісогосподарських заходів у цих насадженнях, категорією та давністю розвитку осередку всихання тощо. Розвиток хвороби з часом призводить до зменшення загального приросту, відносної повноти та загального запасу насадження. Так, в осередках усихання густина й запас деревини мішаних штучних соснових насаджень є значно меншими (на 15–62 і 15–59 % відповідно), ніж у міжосередковому просторі, унаслідок патологічного відпаду (рис. 1). За результатами досліджень С. П. Распоїної та ін. (2013), проведених також в умовах Східного Полісся, різниця густоти та запасу соснових деревостанів першої генерації в осередках усихання та в міжосередкових просторах є дещо меншою (20–49 і 16–37 % відповідно), ніж у відповідних частинах другої генерації соснових насаджень, створених на зрубках в осередках кореневої губки.

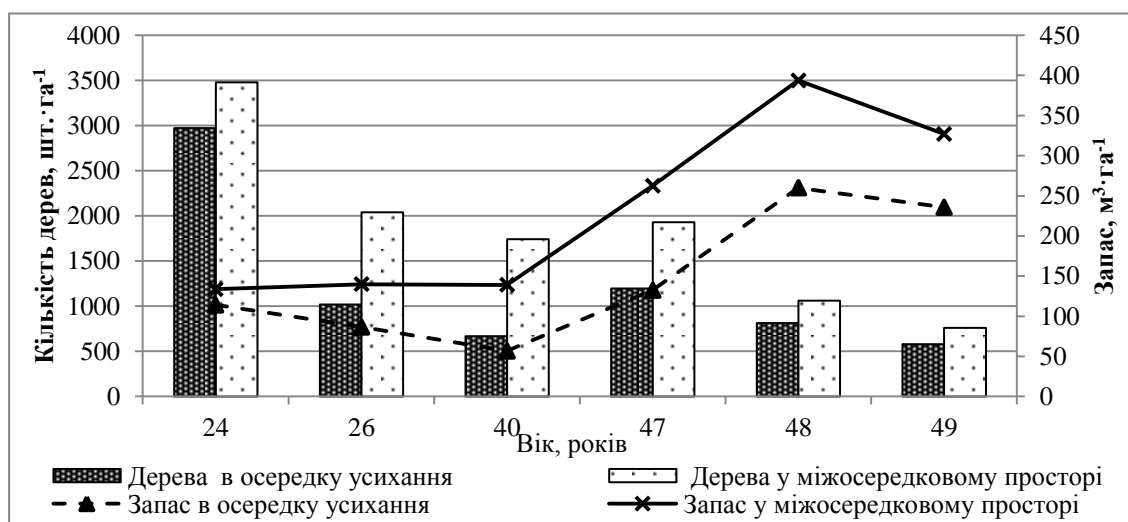


Рис. 1 – Кількість дерев на 1 га і запас в осередку всихання й міжосередковому просторі на пробних площах

Запас сухих дерев у міжосередковому просторі є невеликим і становить 0,8–7,3 м³ · га⁻¹. В осередках усихання він є значно більшим і сягає 4,8–32,5 м³ · га⁻¹. Різниця запасів сухих дерев в осередку всихання та міжосередковому просторі варіює від 40 до 84 % і становить у середньому 74 % ($t_{ф0,05} = 2,86...6,25 > t_{т0,05} = 2,13...1,97$) (рис. 2).

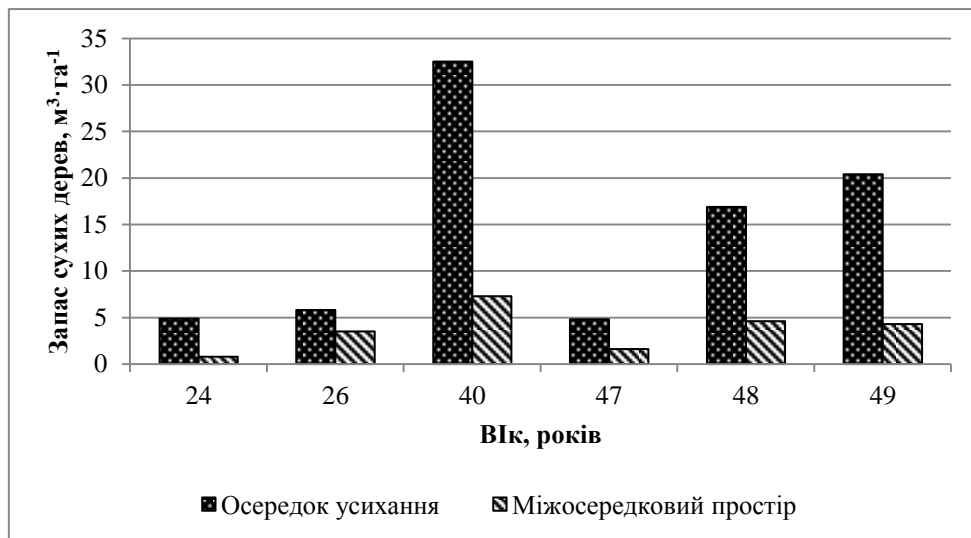


Рис. 2 – Запас сухих дерев в осередку всихання й міжосередковому просторі

Результати досліджень, проведених у Новгород-Сіверському Поліссі України (Laritan et al. 2013), свідчать, що у пристиглих і стиглих соснових насадженнях, створених на староорних землях, в осередках усихання запас деревини зменшується в середньому на 24 та 33 % відповідно. За даними М. М. Ведмідя та ін. (Vedmid et al. 2013) запас і вартість ділової деревини соснових насаджень на староорних землях у Східному Поліссі України в осередках усихання зменшуються у 1,5–2 рази проти міжосередкового простору. В умовах Волинського Полісся України загальний запас і вартість ліквідної деревини уражених кореневою губкою штучних соснових насаджень у міжосередкових просторах є більшими на 42 %, ніж в осередках усихання (Musienko et al. 2018). Зважаючи на те, що проведено дослідження в соснових насадженнях другої генерації, створених на зрубках соснових насаджень, уражених кореневою губкою, втрати деревини тут є більшими, ніж у насадженні першої генерації в цих умовах. Це можна пояснити посиленням інфекційного фону кореневої губки у разі повторного створення соснових насаджень на ділянках із накопиченням патогена.

Наслідком негативного впливу кореневої губки є також суттєве зниження відносної повноти насаджень в осередках ураження. Різниця відносної повноти в осередку всихання та міжосередковому просторі варіює від 0,12 до 0,59 одиниць і становить у середньому 0,24 одиниці (рис. 3).

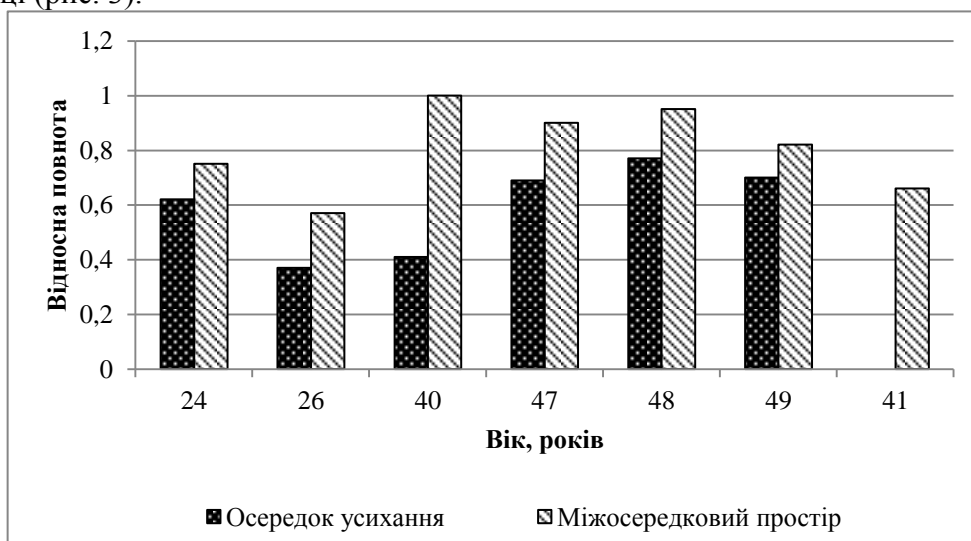


Рис. 3 – Відносна повнота насадження в осередку всихання й міжосередковому просторі

Середній діаметр живих дерев сосни в осередку всихання у порівнянні з міжосередковим простором різняться на 12 % як у більший, так і менший боки. Різниця значень діаметра у цих частинах молодняків є несуттєвою ($t_{\phi 0,05} = 0,28 \dots 0,62 < t_{\tau 0,05} = 1,97 \dots 1,98$) і лише згодом у середньовікових насадженнях набуває статистичної значущості ($t_{\phi 0,05} = 2,44 \dots 4,82 > t_{\tau 0,05} = 1,97$). За даними С. П. Распоїної та ін. (2013 р.) у чистих соснових насадженнях першого покоління на староорних землях визначено аналогічну тенденцію: середній діаметр штучних насаджень сосни звичайної в осередках усихання є більшим на 4 %, ніж у міжосередковому просторі.

У мішаних насадженнях другої генерації різниця значень середнього діаметра сухих дерев сосни осередку всихання та міжосередкового простору є суттєвою і становить 15–42 % (рис. 4). В осередку всихання у порівнянні з міжосередковим простором всихають дерева з достовірно більшим діаметром ($t_{\phi 0,05} = 2,24 \dots 3,83 > t_{\tau 0,05} = 2,16 \dots 2,06$). Це пояснюється тим, що всихання дерев у неураженій частині насадження відбувається переважно за рахунок найтонших дерев IV–V класів Крафта. В осередку усихання гинуть не лише дерева IV–V класів, але й більш розвинені – I–III класів Крафта.

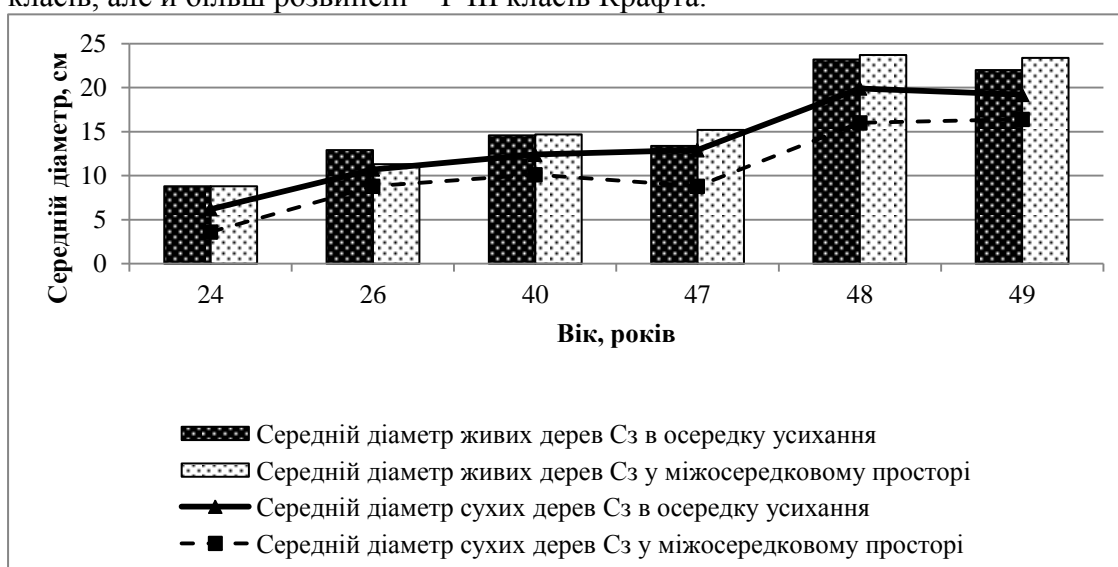


Рис. 4 – Середній діаметр живих і сухих дерев сосни в осередку всихання й міжосередковому просторі

Різниця значень діаметра сухих дерев берези в осередку всихання й міжосередковому просторі у молодняках до 40 років (ПП 9 і ПП 5) є несуттєвою ($t_{\phi 0,05} = 1,89 \dots 0,66 < t_{\tau 0,05} = 1,99 \dots 2,26$). Зважаючи на триваліший патогенез кореневої губки, яка згодом уражає все товстіші дерева, у середньовікових мішаних насадженнях середній діаметр сухих дерев берези в осередках усихання стає достовірно більшим, ніж у міжосередкових просторах (ПП 1, 2) ($t_{\phi 0,05} = 2,43 \dots 3,83 > t_{\tau 0,05} = 2,07 \dots 2,36$) (див. табл. 1).

У мішаних насадженнях другої генерації різниця значень середньої висоти живих дерев сосни в міжосередкових просторах та осередках усихання сягає 18 %. При цьому в молодняках до 40 років середня висота сосни в обох частинах насадження або майже не різняться, або в осередку усихання є несуттєво меншою, ніж у міжосередковому просторі ($t_{\phi 0,05} = 0,69 \dots 0,18 < t_{\tau 0,05} = 2,07 \dots 2,14$). Згодом у середньовікових насадженнях ця різниця збільшується й стає статистично достовірною ($t_{\phi 0,05} = 3,16 \dots 5,51 > t_{\tau 0,05} = 2,08 \dots 2,09$). Середня висота сухих дерев сосни в осередку всихання набуває значень, що перевищують (на 1–25 %) значення у міжосередковому просторі, або поступаються ним (на 5–12 %), причому ця різниця не є статистично достовірною ($t_{\phi 0,05} = 0,24 \dots 1,89 < t_{\tau 0,05} = 1,99 \dots 2,06$). Виняток становить ПП 5, на якій сухі дерева в осередку всихання є суттєво вищими, ніж на контролі ($t_{\phi 0,05} = 3,83 > t_{\tau 0,05} = 2,06$). Загалом осередок усихання поступається міжосередковому простору за середньою висотою сухих дерев у середньому на 1 % (рис. 5). Аналогічні результати отримали С. П. Распоїна та ін. (2013) для насаджень першої генерації, створених

на староорних землях, згідно з якими середня висота дерев сосни в осередках усихання є недостовірно меншою (на 3 %), ніж у міжосередковому просторі.

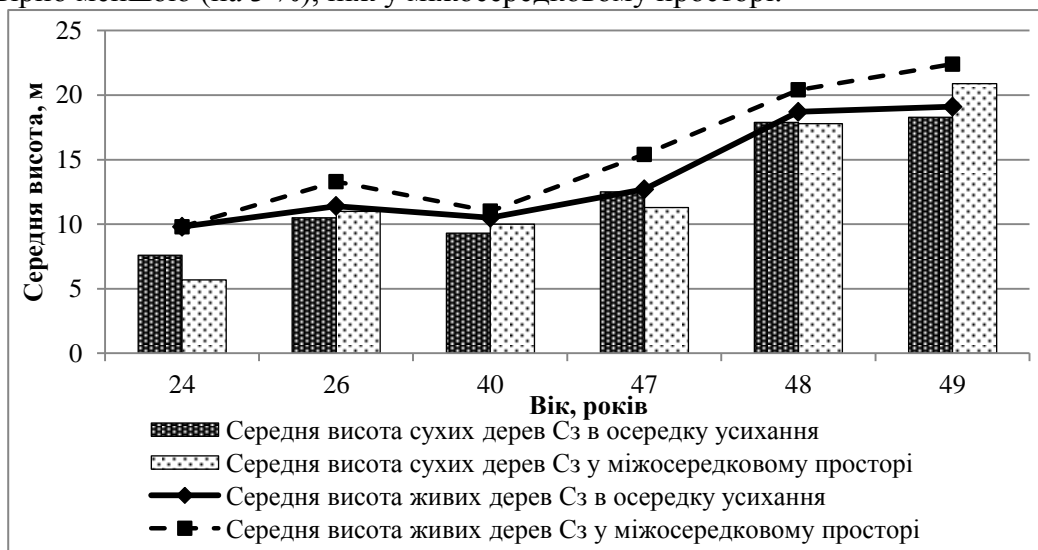


Рис. 5 – Середня висота живих і сухих дерев сосни в осередку всихання і міжосередковому просторі

Середня висота живих дерев берези в осередках усихання є або на 2–9 % є вищою, або на 1–4 % меншою, ніж у міжосередковому просторі, причому різниця в усіх випадках не є значущою ($t_{\phi,0,05} = 0,26 \dots 1,94 < t_{\tau,0,05} = 2,13 \dots 2,18$). Середні висоти сухих дерев берези в осередку всихання й міжосередковому просторі в молодняках майже не різняться ($t_{\phi,0,05} = 0,66 \dots 1,67 < t_{\tau,0,05} = 2,26 \dots 2,07$). У середньовікових насадженнях в осередку всихання гинуть вищі (до 21 %) дерева, ніж у міжосередковому просторі, і ця різниця є статистично достовірною ($t_{\phi,0,05} = 2,63 \dots 3,30 > t_{\tau,0,05} = 2,12 \dots 2,17$) (рис. 6).

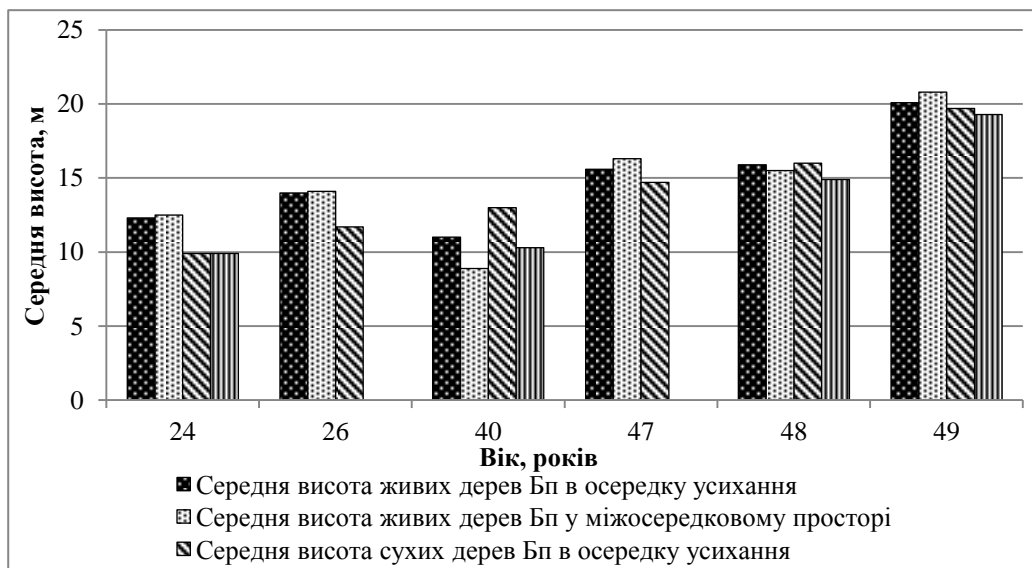


Рис. 6 – Середня висота живих і сухих дерев берези в осередку всихання й міжосередковому просторі

Санітарний стан насаджень другої генерації, які створено на зрубках в осередках кореневої губки, є значно гіршим, ніж стан насаджень першої генерації, створених на староорних землях. Так, за нашими дослідженнями, в осередку всихання стан сосни в мішаних соснових насадженнях другої генерації варіює від II,1 (ослаблені) до IV,3 (відмираючі), а в міжосередковому просторі – від I,7 до II,5 (ослаблені). Індекс стану берези в осередку всихання цих насаджень становить від I,5 (здорові) до II,0 (ослаблені), а в міжосередковому просторі – у межах I,2–I,5 (здорові).

Результати досліджень С. П. Распопіної та ін. (2013) у цьому ж регіоні свідчать, що за санітарним станом насадження сосни першої генерації в осередку всихання характеризуються як сильно ослаблені (I_c – у межах II,6–III,4), а насадження неураженої частини – як ослаблений (I_c – I,7–II,4). Березові насадження мають кращий стан ($I_c = I,6 \dots II,1$), ніж соснові насадження в осередках кореневої губки.

Загалом березові деревостани вважають стійкішими до ураження кореневою губкою (Lygis et al. 2004a). Тому доцільно створювати чисті та мішані березові та інші листяні насадження у свіжих і вологих суборах на зрубках насаджень сосни, уражених кореневою губкою, з метою запобігання поширенню хвороби (Ladeyshchikova et al. 1974, Negrutskiy 1986, Vasilyauskas 1989, Peri et al. 1990, Lygis et al. 2004b, Lozitsky et al. 2013). Також дослідники пропонують на староорних землях в умовах свіжого субору вводити до складу соснового насадження березу повислу часткою не менше ніж 30 %, що прискорить перегнивання лісової підстилки і збагатить ґрунт азотом і зольними мінеральними речовинами (Alekseev 1974, Vilous 2009).

За даними досліджень М. М. Білоуса (Vilous 2009) в умовах Чернігівського Полісся запас мішаних сосново-березових насаджень з домішкою берези 10–20 % є вищим на 10–35 %, ніж чистих соснових. Домішка берези активує розкладання лісової підстилки та сприяє накопиченню поживних речовин у ґрунті. Дослідження, проведені в північно-східній Польщі (Bielak et al. 2014), свідчать, що в мішаних насадженнях сосни запас є у середньому на 41 % більшим у порівнянні з чистими. Окрім цього, мішані насадження є стійкішими до шкідників і хвороботворних мікроорганізмів, сприяють збагаченню біорізноманіття та покращенню естетичної та рекреаційної цінностей насаджень (Felton et al. 2016).

Висновки. У мішаних соснових насадженнях другої генерації в осередках усихання густина деревостанів є достовірно меншою на 15–62 %, а запас деревини – на 15–59 %, ніж у міжосередковому просторі, внаслідок патологічного відпаду. Середній діаметр живих дерев сосни в осередку всихання у порівнянні з міжосередковим простором різниться на 12 % як у більший, так і в менший боки. В осередку всихання у порівнянні з міжосередковим простором всихають товстіші на 15–42 % дерева.

У мішаних насадженнях другої генерації стан соснової частини в осередку всихання є значно гіршим (насадження від «ослаблених» до «відмираючих»), ніж у міжосередковому просторі, де насадження є «ослабленими». Березова частина насадження характеризується набагато кращим станом, в осередку всихання її насадження є від «здорових» до «ослаблених», а в міжосередковому просторі – «здоровими», що свідчить про кращу життєздатність березових насаджень в осередках кореневої губки.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

- Alekseev, I. A. 1974. Nauchnyye osnovy lesokhozyaystvennykh mer borby s kornevoy gubkoy v lesakh Polesya i Lesostepi USSR [Scientific bases for forest management activities to control root rot in the forests of Polissya and Forest-Steppe of Ukrainian SSR]: Avtoref. dis. na soisk. uch. step. d-ra s.-kh. nauk [Extended abstract of PhD dissertation]. Leningrad, 35 p. (in Russian).
- Anuchyn, N. P. 1982. Lesnaya taksatsyya [Forest assessment]. Moscow, Lesnaya promyshlennost, 552 p. (in Russian).
- Asiegbu, F. O., Adomas, A., Stenlid, J. 2005. Conifer root and butt rot caused by *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. s. l. Molecular Plant Pathology, 6: 395–409.
- Bendz-Hellgren, M., Brandtberg, P.-O., Johansson, M., Swedjemark, G., Stenlid, J. 1999. Growth rate of *Heterobasidion annosum* in *Picea abies* established on forest land and arable land. Scand. J. For. Res., 14(5): 402–407.
- Bielak, K, Dudzińska, M, Pretzsch, H. 2014. Mixed stands of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst) can be more productive than monocultures. Evidence from over 100 years of observation of long-term experiments. Forest Systems, 23: 573–589.
- Bilous, M. M. 2009. Ekoloho-lisivnychi osoblyvosti vidtvorennya lisovykh nasadzhen na staroornykh zemlyakh Chernihivskoho Polissya [Ecological and forestry peculiarities of reproduction of forest stands on the abandoned rable lands of the Chernihiv Polissya]. Avtoref. dys. na zdobuttya nauk. stupenya kand. s.-kh. nauk [Extended abstract of PhD dissertation]. Kyiv, 20 p. (in Ukrainian).

Chudak, V. V. 2014. Informatsiya pro stan lisiv Polissya ta Podillya Ukrayiny [Information about conditions of forests in Polissya and Podillya zones of Ukraine]. [Electronic resource]. Available from: http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?jsessionid=0496D5C46F8CDF9F264E0C1FC35FC96B.app2?ar_t_id=118307&cat_id=81209 (last accessed date 14.08.2019) (in Ukrainian).

Dospekhov, B. A. 1985. Metodika polevogo opyta [Methodology of field experience]. 5th Edition. Kyiv, Agropromizdat, 351 p.

Felton, A., Nilsson, U., Sonesson, J., Felton, A. M., Roberge, J. M., Ranius, T., Ahlström, M., Bergh, J., Björkman, C., Boberg, J., Drössler, L., Fahlvik, N., Gong, P., Holmström, E., Keskitalo, E. C., Klapwijk, M. J., Laudon, H., Lundmark, T., Niklasson, M., Nordin, A., Pettersson, M., Stenlid, J., Sténs, A., Wallertz, K. 2016. Replacing monocultures with mixed-species stands: Ecosystem service implications of two production forest alternatives in Sweden. *Ambio*, 45(S2): 124–139.

Garbelotto, M. and Gonthier, P. 2013. Biology, epidemiology, and control of *Heterobasidion* species Worldwide. *Ann. Rev. Phytopath.*, 51: 39–59.

Hrom, M. M. 2007. Lisova taksatsiya [Forest mensuration]. 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. O prichinakh predraspolozhennosti sosnyakov na staropakhotnykh zemlyakh k zabolevaniyu [About the predisposing causes to the disease for pine forests on formerly arable lands]. In: Ladeyshchikova, E. I., Pobegaylo, A. I., Pasternak, G. M. And Ladnykh, L. F. (Eds.): *Kornevaya gubka [Root Rot]*. Prapor, Kharkiv, p. 22–31 (in Russian).

Lapitan, O. V., Zhemchuzhin, V. Y., Melnik, T. I. 2013. Skladovi zbytkiv vid korenevoyi hubky v prystyhayuchykh ta styhlykh sosnovykh nasadzhennyakh Novhorod-Siverskoho Polissya [Components of damage from the root fungus in ripening and mature pine plantations of Novgorod-Seversk Polyssya]. *The SNAU Vestnik*, 11 (26): 14–19 (in Ukrainian).

Lozitsky, V. G., Vedmid, N. M., Utsky, I. M. 2013. O tselesoobraznosti zameny sosnovykh drevostoyev porazhennykh kornevoy gubkoy na berozovyye nasazhdeniya [About expediency of replacing pine stands affected by the root fungus by birch stands]. In: *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Sovremennoe sostoyanie i perspektivy ohrany i zaschity lesa v sisteme ustoychivogo razvitiya» [Proceedings of International Scientific and Practical Conference “Current state and prospects of forest conservation and protection within the framework of sustainable development]*, October 9–11, 2013.. Gomel, GNU Institut lesa NAN Belarusi, p. 236–240 (in Russian).

Luk'yanets, V., Tarnopilska, O., Obolonyk, I., Musienko, S., Bondarenko, V., Kolenkina, M. 2019. The impact of *Heterobasidion* root rot on the density, growing stock volume, and health condition of scots pine and silver birch stands in Volyn Polissya zone, Ukraine. *Forestry ideas*, 25(1): 70–90.

Lyamtsev, N. I. 2015. Rezultaty izucheniya kornevoy gubki v Buzulukskom boru [Findings of root rot studies in the Buzuluksky pine wood]. In: Storozhenko, V. G., Zviagintsev, V. B. (Eds.): *Problemy lesnoy fitopatologii i mikologii [Problems of Forest Phytopathology and Micology]*. Materials of the IX International conference, October 19–24, 2015, Minsk-Moscow-Petrozavodsk. Minsk, BSTU, p. 118–121 (in Russian).

Lygis, V., Vasiliauskas, R., Stenlid, J. 2004a. Planting *Betula pendula* on pine sites infested by *Heterobasidion annosum*: disease transfer, silvicultural evaluation, and community of wood-inhabiting fungi. *Canadian Journal of Forest Research*, 34(1): 120–130.

Lygis, V., Vasiliauskas, R., Stenlid, J., Vasiliauskas, A. 2004b. Silvicultural and pathological evaluation of Scots pine afforestations mixed with deciduous trees to reduce the infections by *Heterobasidion annosum* s.s. *For. Ecol. Manag.*, 201(2–3): 275–285.

Massey, F., J., Jr. 1951. The Kolmogorov-Smirnov Test for Goodness of Fit. [Electronic resource]. *Journal of the American Statistical Association*, 46(253): 68–78. Available from: https://r-forge.r-project.org/scm/viewvc.php/*checkout*/pkg/literature/1951-jamsta-massey-kolmsmirntest.pdf?root=glogis (last accessed date 14.08.2019).

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: 96–103. DOI: 10.1515/forj-2017-0034

Negrutskiy, S. F. 1986. Kornevaya gubka [Root Rot]. Moscow, Agropromizdat, 196 p. (in Russian).

Neretin, S. D., Chiglyayev, I. F., Yosipenko, A. D., Zaremskiy, A. D., Shvets, M. I. 2006. Instruksiya z vpyordkuvannya lisovoho fondu Ukrayiny. Poliovi roboty [Instruction on forest surveying in Ukraine. Field works]. State Forestry Committee of Ukraine, Irpin, 75 p. (in Ukrainian).

Peri, T., Korhonen, K., Sairanen, A. 1990. Occurrence of *Heterobasidion annosum* in pure and mixed spruce stands in Southern Finland. *Scan. J. For. Res.*, 5(1–4): 113–125. DOI: 10.1080/02827589009382598

Raspopina, S. P., Tarnopilska, O. M., Lukjanec, V. A., Kobets, O. V. 2013. Lisovi nasadzhennya ta osoblyvosti gruntiv u oseredkakh poshyrennya korenevoyi hubky na staroornykh zemlyakh Skhidnoho polissya [Standing forest and characteristics of soils in focuses of dispersion a pine fungus (*Heterobasidion annosum* (Fr) Bref.) on abandoned agricultural lands of East Polissya]. [Electronic resource]. *Scientific Bulletin of UNFU*, 23.13: 64–73. Available from: http://nltu.edu.ua/nv/Archive/2013/23_13/64_Ras.pdf (last accessed date 14.08.2019) (in Ukrainian).

Sanitarni pravyla v lisakh Ukrayiny. [Sanitary Forests Regulations in Ukraine]. 2016. [Electronic resource]. Approved by Cabinet of Ministers of Ukraine. Kyiv, 20 p. Available from: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/555-95-%D0%BF> (last accessed date 14.08.2019) (in Ukrainian).

Shvydenko, A. Z., Stochinsky, A. A., Savich, Yu. N., 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 Ukrainian).

Vasiliauskas, A. 1989. Kornevaya gubka i ustoychivost ekosistem khvoynykh lesov [Root fungus and the resistance of coniferous forests' ecosystems]. Vilnius, Mokslas Publishers, 175 p. (in Russian).

Vedmid, M. M., Tarnopilska, O. M., Kobets, O. V., Zuev, E. S., Lozitsky, V. G. 2013. Stan, produktyvnist ta tovarno-sortymentna struktura sosnovykh i berezovykh nasadzhenn pershoho pokolinnya na staroornykh zemlyakh Skhidnoho Polissya [State, productivity and assortment structure of first generation pine and birch stands cultivated on abandoned agricultural lands of East Polissya]. Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiya [Forestry and Forest Melioration], 122: 12–23 (in Ukrainian).

Vollbrecht, G., Gemmel, P., Elfving, B. 1994. Forest management with the purpose of reducing windthrow and infection by *Heterobasidion annosum* in *Picea abies* – preliminary results from a field experiment. In: G. Vollbrecht: Effects of silvicultural practices on the incidence of root and butt rot in Norway spruce with special emphasis on *Heterobasidion annosum*. Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp, Sweden.

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. Monitorynh ta pidvyshchennya stiykosti antropotekhnohenko porushenykh lisiv [Monitoring and enhancement of sustainability of anthropotogenically disturbed forests]. Zbirnyk rekomendatsiy UkrNDILHA [Recommendations developed by URIFFM]. Kharkiv, Nove slovo, 304 p. (in Ukrainian).

Woodward, S., Stenlid, J., Karjalainen, R., Hutterman, A. 1998. *Heterobasidion annosum*. Biology, ecology, impact and control. Wallingford, UK, CAB International, 608 p.

Tarnopilska O. M.^{1,2}, Luk'yanets V. A.¹, Kobets O. V.¹, Lunachevskyy L. S.¹, Rumyantsev M. G.¹

GROWTH, STRUCTURE AND CONDITION OF STANDS PLANTED ON CLEAR-CUTS AFTER ANNOSUM-INFECTED PINE STANDS

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

²O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv

The study was carried out in a mixed stand where Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and silver birch (*Betula pendula* Roth.) dominate, at the Koryukivske Forest Enterprise and Semenivske Forest Enterprise (Eastern Polissya, Ukraine). The aim of the research was to compare stand parameters, productivity and health conditions of birch and mixed pine stands of the second generation, planted after clear felling of pine stands affected by root rot. According to the non-parametric Kolmogorov-Smirnov goodness-of-fit test (λ), compared empirical populations of the trunk number distributed by their thickness depending on the average diameter of a stand in the root rot damaged sites and on control (non-damaged sites) belong to different parent populations, and follow the different curves. Due to pathological losses, density and timber volume in mixed planted pine stands in the root rot damaged sites are much lower (by 15–62 % and 15–59 %, respectively) than in non-damaged sites. The average diameter of living pine trees in the root rot damaged sites is 12% different in both directions, comparing with non-damaged ones. In the root rot foci, the thicker trees (on average on 15-42% in comparison with the non-damaged sites) die off. Therefore, in a mixed stand, birch trees are more resistant to the root rot and have a significantly better health than pine trees.

Key words: *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref, root rot, damaged site, non-damaged site, forest health condition.

Тарнопільська О. М.^{1,2}, Лукьянец В. А.¹, Кобец А. В.¹, Луначевський Л. С.¹, Румянцев М. Г.¹

РОСТ, СТРУКТУРА І СОСТАННЯ НАСАДЖЕНЬ, СОЗДАНИХ НА ВИРУБКАХ ПОРАЖЕННИХ КОРНЕВОЇ ГУБКОЇ СОСНОВИХ ДРЕВОСТОЕВ

¹Український науково-дослідницький інститут лісного господарства і агролісомеліорації ім. Г. Н. Высоцького

²Харківський національний університет міського господарства імені А. М. Бекетова

Исследования проводили в смешанных лесах сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и березы повислой (*Betula pendula* Roth.) на территории лесохозяйственных предприятий ГП «Корюковское ЛХ» и ГП «Семеновское ЛХ» в Восточном Полесье Украины. Цель исследований заключалась в сравнительном анализе лесоводственно-таксационных показателей, производительности и санитарного состояния берёзовых и смешанных сосновых насаждений второго поколения, созданных на вырубках сосновых насаждений, поражённых корневой губкой. Установлено, что, согласно непараметрическому критерию согласованности Колмогорова-Смирнова (λ), сравниваемые эмпирические совокупности распределения числа стволов по ступеням толщины в зависимости от среднего диаметра древостоя в очаге усыхания и на контроле (межочаговое пространство) принадлежат к разным генеральным совокупностям и описаны различными кривыми. Густота и запас древесины смешанных искусственных сосновых насаждений в очагах усыхания значительно меньше, чем в межочаговом пространстве (на 15–62 % и 15–59 % соответственно), вследствие

патологического отпада. Средний диаметр живых деревьев сосны в очаге усыхания по сравнению с межочаговым пространством отличается на 12 % как в большую, так и в меньшую сторону. В очаге усыхания по сравнению с межочаговым пространством усыхают более толстые, в среднем на 15–42 %, деревья. Установлено, что в смешанных сосновых насаждениях берёзовая часть является более устойчивой к поражению корневой губкой и имеет значительно лучшее санитарное состояние, чем сосновая.

Ключевые слова: *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref., очаг усыхания, межочаговое пространство, санитарное состояние.

E-mail: otarnop@uriffm.org.ua; lukyanetc@uriffm.org.ua

Одержано редколегією 20.08.2019