

УДК 632.164.9

**О. А. МИХАЙЛІЧЕНКО\***  
**ЗМІНА БІОМЕТРИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ХВОЇ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ**  
**В ОСЕРЕДКАХ КОРЕНЕВОЇ ГУБКИ**

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

Наведено динаміку довжини та маси хвої 1–3-річного віку в соснових насадженнях, уражених кореневою губкою (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.), створених на староорних землях лівого берега р. Сіверський Донець в умовах ДП «Вовчанське ЛГ». Встановлені відмінності за довжиною та масою хвої дерев, що знаходяться в осередку ураження та міжосередковому просторі. Відзначено, що біометричні показники хвої уражених насаджень змінюються з віком відповідно до стадій розвитку хвороби.

**К л ю ч о в і с л о в а :** соснові насадження, коренева губка, староорні землі, довжина та маса хвої.

**Вступ.** Дослідження впливу ураження сосни кореневою губкою на асиміляційний апарат дерев у насадженнях на староорних землях мають наукове значення щодо вивчення диференціації дерев за станом під впливом хвороби та спрямовані на практичне вирішення питань з ранньої діагностики кореневих гнилей.

Під впливом ураження кореневих систем кореневою губкою відбуваються зміни у забезпеченні дерев водою та мінеральними речовинами, що, своєю чергою, негативно впливає на ріст асиміляційного апарату та накопичення біомаси. Деякі автори зазначають, що довжина та маса хвої дерев, уражених патогеном, є значно меншою, ніж у здорових дерев [1–4]. Укорочена хвоя та зміна її кольору у дерев сосни в осередках хвороби можуть бути діагностичною ознакою їхнього ураження кореневими гнилями. З метою ранньої діагностики ураження дерев патогеном важливо прослідкувати зміни асиміляційного апарату на різних етапах розвитку хвороби.

*Мета роботи* – визначити вплив ураження соснових деревостанів кореневою губкою на розвиток асиміляційного апарату залежно від віку насаджень.

**Матеріали і методи.** Дослідження проводили в насадженнях сосни III–IX класів віку, уражених кореневою губкою, у ДП «Вовчанське ЛГ» Харківського ОУЛМГ. У насадженнях кожного класу віку безпосередньо в осередку всихання та міжосередковому просторі за усередненими даними пробних площ підбирали по 5 модельних дерев за середніми таксаційними показниками (усього 70 шт.).

Із цих дерев було відібрано по 100 пар хвоїнок 1-, 2- та 3-річної хвої. Хвоїнки відбирали із центрального пагона. Зважування 100 пар сирих хвоїнок 1–3-річного віку проводили безпосередньо в лісі, відразу після збору. У камеральних умовах замірювали довжину сирої хвої та зважували повітряно-суху хвою. Одержані дані обробляли статистично засобами комп'ютерних програм *Microsoft Excel*.

**Результати та обговорення.** Проведений аналіз свідчить, що незалежно від віку та енергії росту дерев, що знаходяться безпосередньо в осередку всихання, хвоя 1-, 2- та 3-річного віку має меншу довжину у порівнянні з хвоєю умовно здорових дерев міжосередкового простору на 6,4; 7,1 і 5,8 %, відповідно (табл. 1). У досліджуваних насадженнях у розрізі класів віку найбільша різниця за середньою довжиною хвої дерев, що знаходяться безпосередньо в осередку всихання та у міжосередковому просторі, припадає на VII клас віку і становить 20,3 %. Дещо меншою є різниця в насадженнях III класу віку – 3,9 %, V – 8,5 %, VIII – 6,5 % та IX – 5,6 %. Найменша – у насадженнях IV та VI класів віку, 1,3 %. За критерієм Стьюдента статистична різниця за середньою довжиною хвої у всіх досліджуваних насадженнях є достовірною.

Результати аналізу доводять, що найбільш суттєво за довжиною хвої 1-го року в міжосередковому просторі та в осередках всихання різняться соснові насадження VII та IX класів віку – 16,7 та 10 % відповідно, дещо меншою є різниця в насадженнях III, V та VIII

\* © О. А. Михайліченко, 2015

класів віку – 8,8; 7,1 та 6,8 % відповідно, незначною – у насадженнях IV і VI класів віку – 1,2 та 2,5 %. Зокрема, довжина хвої 2-го року як в осередку всихання, так і в міжосередковому просторі є більшою у порівнянні з хвоєю 1-го року на 7,6 і 8,2 % відповідно, з хвоєю 3-го року – на 17,7 та 18,8 %. У межах класів віку значна різниця за довжиною хвої 2-го року між осередком всихання та міжосередковим простором припадає на VII, VIII та V класи та становить 17,3; 9,3 та 6,5 % відповідно. У насадженнях III, IV та VI класів віку різниця є незначною і знаходиться в межах 2,2–3,7 % (див. табл. 1).

Таблиця 1

**Середня довжина хвої соснових насаджень, уражених кореневою губкою**

Клас віку	Частина насадження	Довжина хвої											
		1-річної			2-річної			3-річної			середня довжина		
		$M \pm m$ , см	$T_f$	різни- ця, %	$M \pm m$ , см	$T_f$	різни- ця, %	$M \pm m$ , см	$T_f$	різни- ця, %	$M \pm m$ , см	різни- ця, %	$T_f$
III	O*	7,3 ± 0,03	16,0	8,8	7,8 ± 0,04	5,3	3,7	7,0 ± 0,02	1,0	9,1	7,4 ± 0,02	3,9	12,5
	M**	8,0 ± 0,06			8,1 ± 0,07			7,7 ± 0,03			7,7 ± 0,03		
IV	O	8,1 ± 0,06	1,0	1,2	8,4 ± 0,06	4,0	2,3	6,6 ± 0,05	2,0	1,5	7,7 ± 0,04	1,3	2,7
	M	8,2 ± 0,07			8,6 ± 0,06			6,5 ± 0,04			7,8 ± 0,04		
V	O	7,8 ± 0,05	12,4	7,1	8,7 ± 0,07	16,0	6,5	6,1 ± 0,04	29,7	11,6	7,5 ± 0,04	8,5	36,0
	M	8,4 ± 0,05			9,3 ± 0,07			6,9 ± 0,06			8,2 ± 0,04		
VI	O	7,8 ± 0,03	3,3	2,5	8,7 ± 0,02	8,3	2,2	6,3 ± 0,03	10,0	0,0	7,6 ± 0,02	1,3	4,5
	M	8,0 ± 0,03			8,9 ± 0,03			6,3 ± 0,02			7,7 ± 0,02		
VII	O	6,5 ± 0,11	27,0	16,7	6,7 ± 0,05	37,0	17,3	5,7 ± 0,04	111,0	27,8	6,3 ± 0,03	20,3	84,5
	M	7,8 ± 0,06			8,1 ± 0,05			7,9 ± 0,05			7,9 ± 0,03		
VII I	O	6,9 ± 0,05	12,5	6,8	7,8 ± 0,07	18,8	9,3	6,8 ± 0,05	25,0	6,8	7,2 ± 0,03	6,5	29,5
	M	7,4 ± 0,04			8,6 ± 0,04			7,3 ± 0,03			7,7 ± 0,02		
IX	O	6,3 ± 0,03	16,3	10,0	6,9 ± 0,03	15,0	5,5	6,9 ± 0,03	4,7	1,4	6,7 ± 0,02	5,6	20,5
	M	7,0 ± 0,04			7,3 ± 0,07			7,0 ± 0,05			7,1 ± 0,03		
O	O	7,3 ± 0,02	28,0	6,4	7,9 ± 0,02	29,0	7,1	6,5 ± 0,01	51,0	5,8	7,2 ± 0,01	6,5	55,0
	M	7,8 ± 0,02			8,5 ± 0,02			6,9 ± 0,02			7,7 ± 0,01		

\* O – осередок усихання.

\*\*M – міжосередковий простір. Тк: 0,05–1,96; 0,01–2,58

Хвоя 3-го року має найменшу довжину проти хвої 1-го та 2-го року. Значну різницю за довжиною хвої дерев в осередках усихання та в міжосередковому просторі відзначено в насадженнях VII, V, III та VIII класів віку, вона становить 27,8; 11,6; 9,1 та 6,8 % відповідно. У насадженнях IV, VI та IX класів віку ця різниця є незначною і знаходиться в межах 0–1,5 %.

Загалом динаміка середньої довжини хвої в досліджуваних насадженнях відповідає активності хвороби в насадженнях різного віку, від початкової стадії розвитку в III класі віку до згасання спалаху у IX класі віку (рис. 1). Залежність довжини хвої від класу віку описують поліноми 4 степеня, у міжосередковому просторі – з високим ступенем достовірності ( $R^2 = 0,80$ ), а в осередку всихання – з достатнім ступенем достовірності ( $R^2 = 0,56$ ). Зміни довжини хвої з віком насаджень в осередках всихання та у міжосередковому просторі з III по VIII класи віку знаходяться в тісній оберненій залежності, що свідчить про протилежну реакцію дерев на екологічні зміни в осередках всихання та в неуразеній частині насадження.

З віком різниця між довжиною хвої у дерев в осередку всихання та в міжосередковому просторі збільшується до VII класу віку; відповідно на цей клас віку припадає й максимальний розвиток хвороби. У VIII класі віку спостерігається зменшення інтенсивності всихання, і різниця за довжиною хвої між відносно здоровими та ураженими деревами зменшується. В насажденні IX класу віку осередки хвороби майже цілком згасли, і,

відповідно, різниця між довжиною хвої у дерев ураженої та неуразеної частин насадження стає меншою і майже зрівнюється з різницею в насадженнях III та IV класів віку.

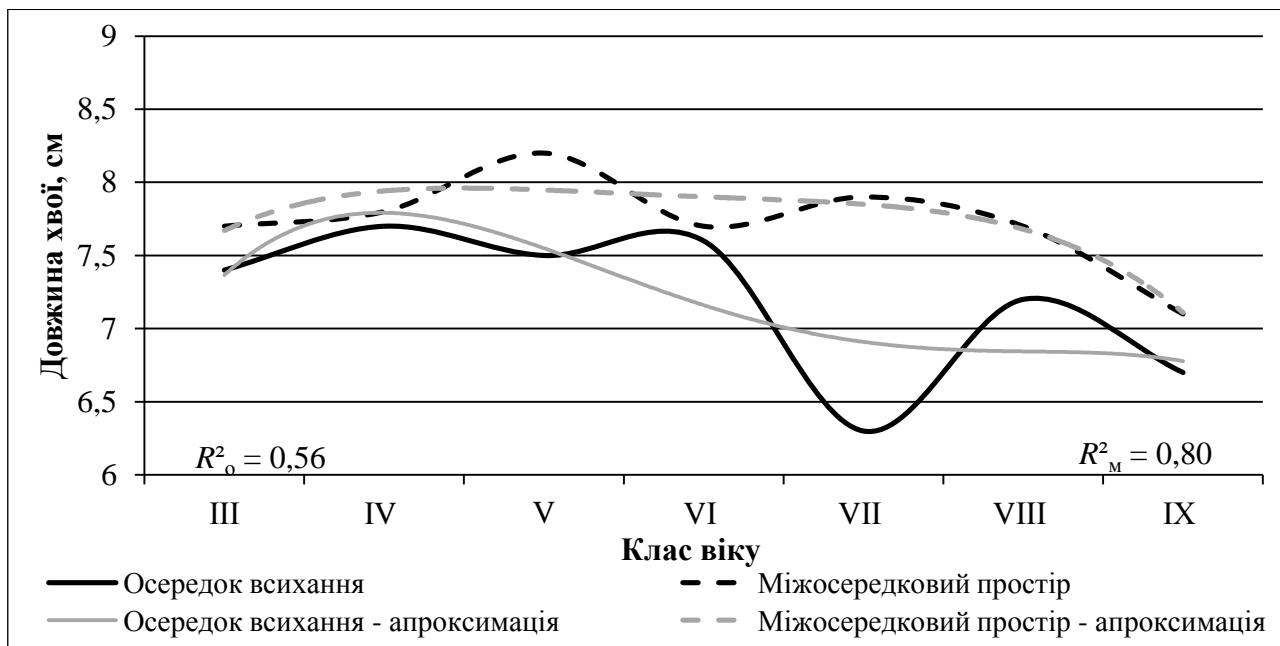


Рис. 1 – Динаміка довжини хвої в осередку всихання та міжосередковому просторі за класами віку в соснових насадженнях ДП «Вовчанське ЛГ»

Порівняння накопичення маси сирої та повітряно-сухої хвої в культурах сосни, створених на староорних землях, показало (табл. 2), що дерева, які знаходяться в міжосередковому просторі, мали більшу масу хвої, ніж дерева, що знаходяться в осередку всихання (в середньому на 13,1 % сирої маси та 12,7 % повітряно-сухої).

Порівняльний аналіз даних свідчить, що найбільша різниця за масою сирої хвої 1-го року припадає на VII (31,7 %), VIII (16,9 %), VI (13,8 %) класи віку, дещо менша – на V (9,9 %) та III (7,0 %) класи віку, незначна – на IV (0,5 %) та IX (4,6 %) класи віку. Різниця за масою хвої 2-го року між умовно здоровими та ураженими деревами відповідає закономірностям, характерним для хвої 1-го року, за винятком насадження III класу віку. У цьому класі віку сира хвоя 2-го року, навпаки, мала більшу масу у дерев, що знаходяться в осередку всихання (на 8,3 %) у порівнянні з деревами, що знаходяться в міжосередковому просторі. Маса сирої хвої 3-го року в осередку всихання є більшою, ніж в міжосередковому просторі у насадженнях: III класу віку – на 1,6 %, IV – на 0,8 % та IX – на 4,3 %. У насадженнях V, VI, VII, VIII класів віку, навпаки, маса хвої у дерев, що знаходяться в осередку всихання, є меншою на 19,2–46,7 % у порівнянні з деревами, що знаходяться в міжосередковому просторі.

Усереднені дані загальної маси хвої дерев, що знаходяться в осередку всихання та міжосередковому просторі, свідчать, що найбільша різниця припадає на VII клас віку, вона становить для сирої хвої 39,3 %, для повітряно-сухої – 35,7 %. Дещо меншою є відмінність у насадженнях V класу віку – 15,7 % для сирої, 14,9 % – повітряно-сухої, VI класу віку – 15,4 % для сирої та 16,4 % для повітряно-сухої, VIII класу віку – 18,1% для сирої та 14,3 % повітряно-сухої. У молодших насадженнях, де осередки всихання перебувають у початковій стадії, маса сирої та повітряно-сухої хвої в осередку всихання є більшою в насадженні III класу віку: сирої – на 0,7 %, повітряно-сухої – на 3 %. Незначну різницю в масі хвої дерев міжосередкового простору та осередку всихання відмічено в насадженні IV класу віку; вона становить 0–1,8 %.

Таблиця 2

**Середня маса сирої та повітряно-сухої хвої в соснових насадженнях, уражених кореневою губкою**

Клас віку	Частина насадження	Маса 1000 шт. сирої хвої, г					
		1-річної, <i>M ± m</i>	різниця, %	2-річної, <i>M ± m</i>	різниця, %	3-річної, <i>M ± m</i>	різниця, %
III	O*	14,7 ± 0,97	6,9	16,9 ± 2,24	8,3	12,9 ± 0,44	1,6
	M**	15,8 ± 2,47		15,6 ± 3,41		12,7 ± 1,81	
IV	O	18,8 ± 3,11	0,5	19,0 ± 3,17	4,5	12,4 ± 2,45	0,8
	M	18,9 ± 2,78		19,9 ± 2,32		12,3 ± 1,55	
V	O	15,5 ± 2,55	9,8	16,6 ± 2,15	13,5	9,8 ± 2,26	26,3
	M	17,2 ± 2,85		19,2 ± 2,71		13,3 ± 2,76	
VI	O	14,4 ± 0,88	13,7	15,5 ± 0,91	17,9	9,8 ± 0,65	13,2
	M	16,7 ± 2,35		18,9 ± 1,67		11,3 ± 1,61	
VII	O	9,9 ± 2,04	31,7	9,5 ± 1,46	38,3	8,0 ± 1,00	46,6
	M	14,5 ± 2,92		15,4 ± 2,01		15,0 ± 2,48	
VIII	O	13,8 ± 2,16	16,8	15,3 ± 2,81	17,7	11,8 ± 1,85	19,2
	M	16,6 ± 1,62		18,6 ± 1,12		14,6 ± 0,97	
IX	O	10,3 ± 1,49	4,6	11,6 ± 1,24	5,7	12,2 ± 0,81	4,3
	M	10,8 ± 1,67		12,3 ± 3,29		11,7 ± 1,79	
O		13,9 ± 1,16	12,0	14,9 ± 1,24	12,8	11,0 ± 0,68	15,4
M		15,8 ± 0,84		17,1 ± 0,91		13,0 ± 0,46	

\*O – осередок всихання.

\*\*M – міжосередковий простір.

Продовження табл. 2

Клас віку	Частина насадження	Маса 1000 шт. повітряно-сухої хвої, г						Середня маса хвої, г			
		1-річної, <i>M ± m</i>	різниця, %	2-річної, <i>M ± m</i>	різниця, %	3-річної, <i>M ± m</i>	різниця, %	сирої, <i>M ± m</i>	різниця, %	повітряно-сухої, <i>M ± m</i>	різниця, %
III	O	5,9 ± 0,42	3,3	8,0 ± 0,43	9,6	6,5 ± 0,31	3,2	14,8 ± 1,16	0,7	6,8 ± 0,62	3,0
	M	6,1 ± 0,86		7,3 ± 1,57		6,3 ± 0,92		14,7 ± 1,00		6,6 ± 0,37	
IV	O	8,1 ± 1,31	3,6	9,0 ± 1,61	1,1	6,2 ± 1,19	3,3	16,7 ± 2,17	1,8	7,8 ± 0,83	0,0
	M	8,4 ± 1,31		8,9 ± 1,05		6,0 ± 0,63		17,0 ± 2,38		7,8 ± 0,90	
V	O	6,6 ± 1,03	8,3	7,8 ± 0,91	9,3	4,6 ± 0,72	28,1	14,0 ± 2,11	15,7	6,3 ± 0,93	14,9
	M	7,2 ± 1,55		8,6 ± 1,31		6,4 ± 1,37		16,6 ± 1,73		7,4 ± 0,64	
VI	O	6,0 ± 0,15	16,7	7,4 ± 0,29	19,6	4,9 ± 0,29	12,5	13,2 ± 1,75	15,4	6,1 ± 0,72	16,4
	M	7,2 ± 0,88		9,2 ± 0,84		5,6 ± 0,74		15,6 ± 2,25		7,3 ± 1,04	
VII	O	4,2 ± 0,87	28,8	4,9 ± 0,76	34,7	4,3 ± 0,56	44,1	9,1 ± 0,58	39,3	4,5 ± 0,22	35,7
	M	5,9 ± 1,22		7,5 ± 0,97		7,7 ± 1,27		15,0 ± 0,26		7,0 ± 0,57	
VIII	O	5,5 ± 0,77	15,4	8,0 ± 1,47	12,1	6,4 ± 0,89	14,7	13,6 ± 1,01	18,1	6,6 ± 0,73	14,3
	M	6,5 ± 0,53		9,1 ± 0,54		7,5 ± 0,48		16,6 ± 1,15		7,7 ± 0,76	
IX	O	4,3 ± 0,59	10,4	6,0 ± 0,59	6,3	6,5 ± 0,44	1,6	11,4 ± 0,56	1,7	5,6 ± 0,67	5,1
	M	4,8 ± 0,70		6,4 ± 1,66		6,4 ± 0,93		11,6 ± 0,44		5,9 ± 0,53	
O		5,8 ± 0,51	12,1	7,3 ± 0,52	9,9	5,6 ± 0,37	15,2	13,3 ± 1,17	13,1	6,2 ± 0,54	12,7
M		6,6 ± 0,38		8,1 ± 0,35		6,6 ± 0,25		15,3 ± 1,21		7,1 ± 0,50	

У насадженні ІХ класу віку, де активність осередків хвороби є слабкою, у міжосередковому просторі маса сирової хвої є дещо більшою, ніж в осередку всихання – на 1,7 %, маса повітряно-сухої хвої є більшою на 5,1 %.

Динаміку сирової та повітряно-сухої маси хвої в міжосередковому просторі описують поліноми 4 степеня з високим ступенем достовірності (для сирової маси  $R^2 = 0,94$ , повітряно-сухої –  $R^2 = 0,93$ ) (рис. 2). Динаміку сирової та повітряно-сухої маси хвої в осередку всихання описують поліноми 4 степеня з достатнім ступенем достовірності (для сирової маси  $R^2 = 0,76$ , повітряно-сухої –  $R^2 = 0,75$ ) (див. рис. 2).

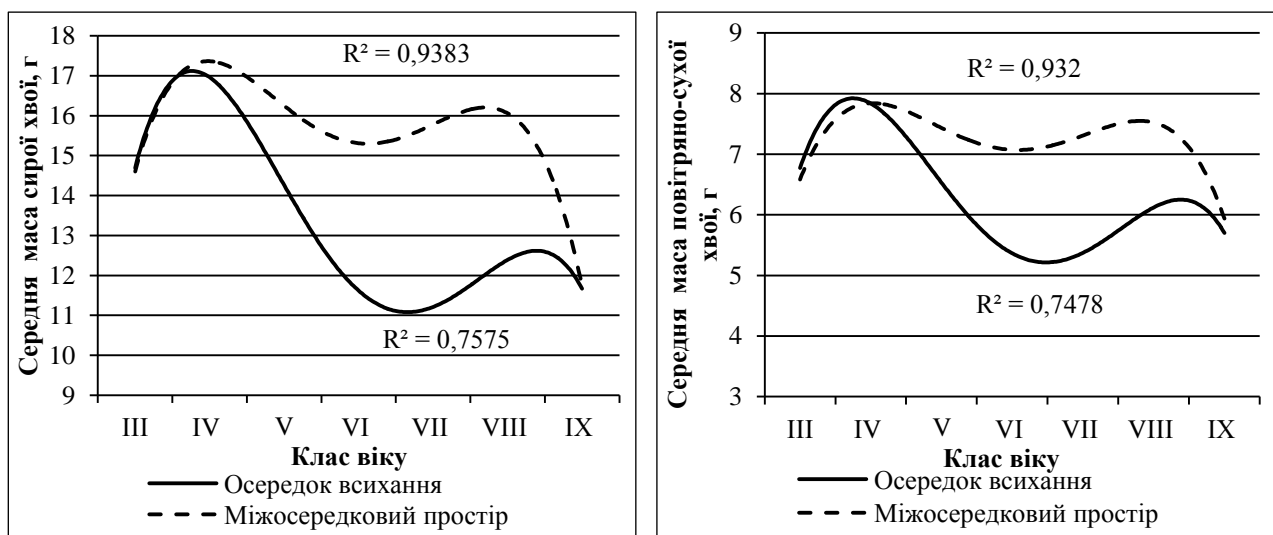


Рис. 2 – Динаміка сирової та повітряно-сухої маси хвої в осередку всихання та міжосередковому просторі за класами віку в соснових насадженнях ДП «Вовчанське ЛГ»

**Висновки.** В осередку кореневої губки довжина та маса сирової і повітряно-сухої хвої у дерев, які знаходяться в міжосередковому просторі, перевищують аналогічні показники дерев в осередках всихання. Між масою та довжиною сирової хвої в осередку всихання та міжосередковому просторі зберігається тісний кореляційний зв'язок (0,91 та 0,81 відповідно). Кореляційний зв'язок між масою та довжиною повітряно-сухої хвої в осередку всихання та міжосередковому просторі є дещо меншим і становить 0,86 та 0,69 відповідно. Вміст сухої речовини у хвої дерев, які знаходяться в міжосередковому просторі, є меншим, ніж у дерев в осередку всихання, що свідчить про розбалансованість синтезу речовин під впливом хвороби.

Зміни біометричних показників хвої уражених насаджень відповідають стадіям розвитку хвороби – появі осередків, їхньому розвитку та згасанню. Найбільш суттєвий негативний вплив хвороби на метаболізм дерев відмічено в насадженнях VII класу віку.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гримальський В. И. Устойчивость сосновых насаждений против хвоегрызущих вредителей / В. И. Гримальский. – М. : Лесн. пром-сть, 1964. – 150 с.
2. Лайдещикова Е. И. Биохимические показатели сосны в связи с устойчивостью ее против корневой губки / Е. И. Лайдещикова, А. И. Побегайло // Тр. Харьковского СХИ. – К. : Урожай, 1966. – Т. 56. – С. 18–21.
3. Негруцкий С. Ф. Корневая губка / С. Ф. Негруцкий. – М. : Лесн. пром-сть, 1973. – 200 с.
4. Федоров Н. И. Корневые гнили хвойных пород / Н. И. Федоров. – М. : Лесн. пром-сть, 1984. – 160 с.

Mihaylichenko A. A.

**BIOMETRICAL INDICES VARIATION FOR SCOTS PINE NEEDLES IN ANNOSUM ROOT ROT FOCI**

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

In stands created on old arable lands, an investigation of the influence of pine affection by annosum root rot (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref) on trees assimilation apparatus has a scientific significance in terms of studying trees condition differentiation under the influence of the disease. The investigation is also destined to solve the practical tasks of early diagnosis of root rot. For early detection of trees affected by the pathogen, it is important to examine changes in assimilation apparatus at different stages of the disease. The aim of the research was to determine the effect of pine stands affection by root rot on developing of assimilation apparatus depending on the age of the stands.

Changes in length and weight of 1-, 2- and 3-years needles are presented for pine stands created on old arable lands of the Left bank of Siversky Donets river and affected by annosum root rot. Differences in length and weight of the needles were found between the trees in the disease foci and in inter-focal space. The length and weight of fresh and air-dry needles of trees in an inter-focal space exceed the similar indicators of trees in die-back foci. Needles weight and length in die-back foci strongly correlate with such indicators in inter-focal space (correlation coefficient of 0.91 and 0.81, respectively). Correlation between weight and length of air-dry pine needles in die-back foci and in inter-focal space is slightly less and amounts to 0.86 and 0.69, respectively. The solids content in the needles of the trees in inter-focal space is smaller than that of trees in die-back foci, indicating the imbalance of compounds synthesis under the influence of disease.

It was noted that changes of biometric indicators for needles of infected stands correspond the stages of the disease (the appearance of foci, their development and attenuation). The most significant negative impact of the disease on the trees metabolism is observed in VII age class stands.

**Key words:** pine stands, annosum root rot (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref), old arable lands, length and weight of needles.

Михайличенко А. А.

**ИЗМЕНЕНИЕ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ХВОИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ОЧАГАХ КОРНЕВОЙ ГУБКИ**

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

Приведена динамика длины и массы хвои 1–3-летнего возраста в сосновых древостоях, пораженных корневой губкой (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref), созданных на старопахотях левого берега р. Северский Донец в условиях ГП «Волчанское ЛХ». Установлены различия по длине и массе хвои деревьев, находящихся непосредственно в очаге поражения и межочаговом пространстве. Отмечено, что динамика изменений биометрических показателей хвои пораженных древостоев меняется с возрастом и соответствует стадиям прогрессирования болезни.

**Ключевые слова:** сосновые насаждения, корневая губка, старопахоти, длина и масса хвои.

*E-mail: muhaylich@ukr.net*

*Одержано редколегією 24.11.2015*