

УДК 630\*566:443.3

**О. А. МИХАЙЛІЧЕНКО<sup>1</sup>, І. М. УСЦЬКИЙ<sup>1</sup>, М. М. ВЕДМІДЬ<sup>1</sup>, В. Г. ЛОЗИЦЬКИЙ<sup>2\*</sup>**  
**ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ СОСНОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ, УРАЖЕНИХ КОРЕНЕВОЮ**  
**ГУБКОЮ, В УМОВАХ НОВГОРОД-СІВЕРСЬКОГО ПОЛІССЯ**

1. Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького  
2. Чернігівське обласне управління лісового та мисливського господарства

Наведено математичну модель і складено таблиці ходу росту модальних здорових і уражених кореневою губкою штучних соснових насаджень, створених на землях, які виведені із сільськогосподарського користування, в умовах ДП «Холминське лісове господарство» Новгород-Сіверського Полісся. Зроблено прогноз динаміки таксаційних показників цих насаджень. Виявлено, що продуктивність здорових соснових насаджень I-IX класів віку є більшою на 8–23 % порівняно з ураженими кореневою губкою сосновими насадженнями.

Ключові слова: соснові насадження, коренева губка, таблиці ходу росту, продуктивність, таксаційні показники.

Соснові насадження, створені на землях, які виведені із сільськогосподарського користування, як правило, тією чи іншою мірою уражаються кореневими гнилями, збудником яких є базидіальний гриб коренева губка (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.). Хвороба виникає в соснових монокультурах та в близьких до них соснових насадженнях із домішкою листяних порід. Фізико-механічні властивості ґрунтів на землях, які виведені із сільськогосподарського користування, та відсутність тут притаманного лісовому середовищу мікробоценозу вносять суттєві зміни в розвиток соснових насаджень, створених у цих умовах, порівняно з сосновими насадженнями на лісових ґрунтах. Поява осередків кореневої губки та їхнє поширення, що є наслідком цих відмінностей, своєю чергою впливає на формування відпаду дерев та зниження приросту деревини, змінює хід росту цих насаджень, який суттєво різниться від ходу росту насаджень міжосередкового простору в тих самих умовах.

Метою роботи є порівняльний аналіз ходу росту і продуктивності уражених кореневою губкою та здорових модальних соснових деревостанів, створених на землях, які виведені із сільськогосподарського користування, у свіжому дубово-сосновому суборі в господарстві ДП «Холминське ЛГ» Холминсько-Костобобрівського фізико-географічного району Новгород-Сіверського Полісся.

Для створення моделей ходу росту використовували дані пробних площ, закладених у насадженнях різного віку в осередках всихання та у міжосередковому просторі. Дані цих пробних площ у поєднанні з електронною повидільною базою даних ВО «Укрдержліспроект» і аналізом ходу росту зрубаних моделей забезпечили побудову функцій, що описують ріст деревостану [3, 5, 6].

Зважаючи на те, що більшість здорових та уражених кореневою губкою соснових деревостанів ДП «Холминське ЛГ» ростуть в умовах свіжого дубово-соснового субору (В<sub>2</sub>-дС) за I класом бонітету, саме ці насадження і були обрані для моделювання росту модальних деревостанів у міжосередковому просторі та в активних осередках кореневої губки.

Для побудови таблиць ходу росту (ТХР) соснових деревостанів свіжого дубово-соснового субору в насадженнях різного віку було закладено 14 пробних площ та зрубано 70 модельних дерев, вибраних на основі узагальнення їхніх таксаційних показників. За результатами обміру були складені таблиці ходу росту модальних здорових та уражених кореневою губкою соснових деревостанів.

Для побудови моделей росту та продуктивності соснових деревостанів проведено кореляційний аналіз основних таксаційних показників сосняків. Вік (*A*), висота (*H*), діаметр (*D*), сума площ перерізів на 1 га (*G*), запас на 1 га (*M*) взаємопов'язані прямими тісними

\* © О. А. Михайліченко, І. М. Усцький, М. М. Ведмідь, В. Г. Лозицький, 2014

кореляційними зв'язками. Кількість дерев на 1 га ( $N$ ) та старе видове число ( $F$ ) стосовно показників, навпаки, характеризуються оберненими тісними кореляційними зв'язками (табл. 1.).

Таблиця 1

**Кореляційні зв'язки (кореляційна матриця) основних таксаційних показників  
модальних здорових соснових деревостанів (білий фон)  
та уражених кореневою губкою (темний фон)**

Таксаційний показник	$A$ , років	$H$ , м	$D$ , см	$N$ , шт	$G$ , м <sup>2</sup>	$F$	$M$ , м <sup>3</sup> ·га <sup>-1</sup>
$A$ , років	<b>1</b>	0,984	0,992	-0,904	0,819	-0,730	0,970
$H$ , м	0,985	<b>1</b>	0,996	-0,957	0,907	-0,817	0,996
$D$ , см	0,998	0,987	<b>1</b>	-0,949	0,881	-0,807	0,985
$N$ , шт.	-0,921	-0,968	-0,938	<b>1</b>	-0,975	0,948	-0,952
$G$ , м <sup>2</sup>	0,756	0,856	0,781	-0,945	<b>1</b>	-0,949	0,919
$F$	-0,769	-0,848	-0,803	0,952	-0,962	<b>1</b>	-0,811
$M$ , м <sup>3</sup> ·га <sup>-1</sup>	0,957	0,992	0,959	-0,970	0,895	-0,859	<b>1</b>

Виявлені кореляційні зв'язки основних таксаційних показників соснових деревостанів цілком відповідають природі росту лісових насаджень, а розраховані коефіцієнти кореляції були використані при добиранні адекватних моделей росту цих деревостанів.

Апроксимацію середніх висот модальних, різних за станом соснових деревостанів проводили за допомогою функції Мітчерліха (1)–(2) [1, 6]

$$H_{\text{здор}} = 1,31 \times (1 - e^{-0,02 \times A})^{1,2} \times H_{80}^{\text{БАЗ}}, \quad (1)$$

$$H_{\text{ураж}} = 1,3 \times (1 - e^{-0,021 \times A})^{1,28} \times H_{80}^{\text{БАЗ}}, \quad (2)$$

де  $H$  – висота, м;

$A$  – вік, років;

$H_{80}^{\text{БАЗ}}$  – середня висота деревостанів у базовому віці, м.

За базовий вік нами взято вік технічної стиглості соснових деревостанів в експлуатаційних лісах - 80 років.

Отримані моделі росту за висотою модальних не уражених (1) та уражених (2) соснових деревостанів свідчать, що значення висот модальних сосняків перебувають у межах значень висот I класу бонітету уніфікованої загальнобонітетної шкали М. М. Орлова (рис. 1). Значення висот неуражених соснових насаджень в усіх класах віку є ближчими до верхньої межі I класу бонітету, а значення уражених насаджень – дещо нижчими. Це свідчить про доцільність використання функцій (1) і (2) при моделюванні ТХР соснових деревостанів.

Найтісніше середній діаметр як основний параметр функції запасу насаджень пов'язаний із віком та висотою деревостану (див. табл. 1.). У зв'язку із цим для моделювання середнього діаметра модальних соснових деревостанів у міжосередковому просторі та осередку всихання було використано відношення діаметра до висоти, яке характеризується такими функціями:

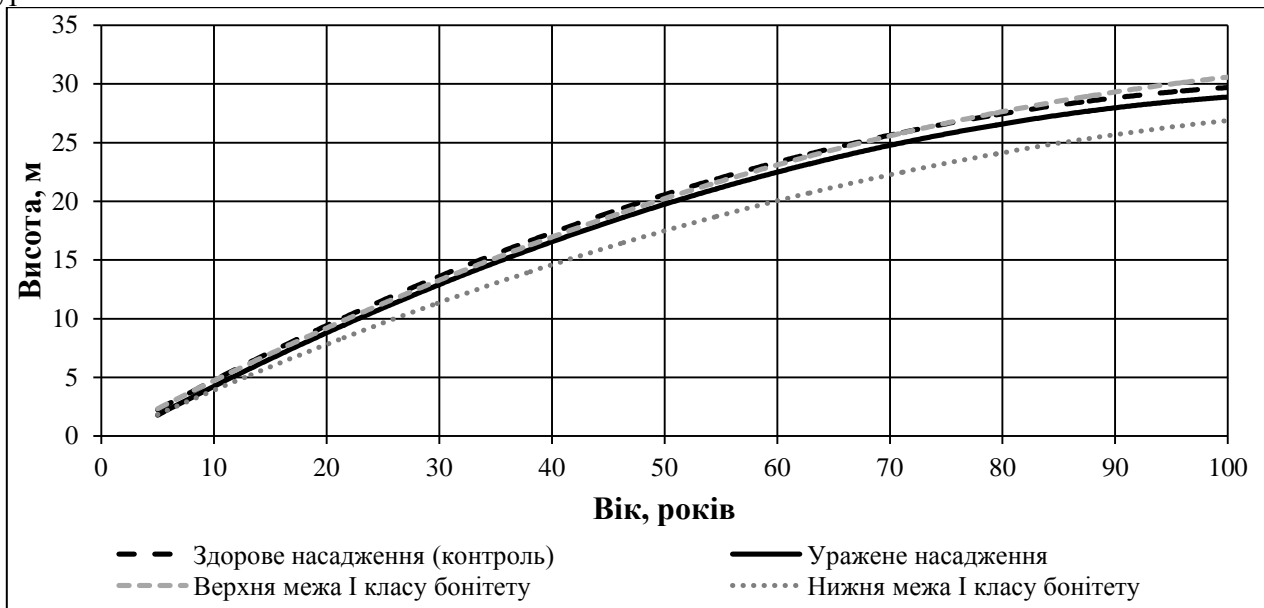
$$\frac{D}{H}_{\text{здор}} = 0,00009 \times A^2 - 0,01080 \times A + 1,29, \quad (3)$$

$$\frac{D}{H}_{\text{ураж}} = 0,00014 \times A^2 - 0,01461 \times A + 1,42, \quad (4)$$

де  $D$  – середній діаметр, см;

$H$  – висота, м;  $A$  – вік, років.

Функція (3) визначає зміну висоти з віком здорових соснових насаджень, а функція (4) – уражених.



**Рис. 1 – Порівняння значень середніх висот модальних сосняків із уточненими даними загальнобонітетної шкали М. М. Орлова**

Одним із головних таксаційних показників деревостану є сума площ поперечних перерізів (абсолютна повнота) –  $G$ , м<sup>2</sup>. Для визначення абсолютної повноти модальних сосняків була використана база даних ВО «Укрдержліспроєкт» та матеріали пробних площ як контроль правильності розрахунків. Динаміку зміни відносної повноти модальних сосняків із віком добре описують поліноми другого порядку: (5) – для неуражених та (6) – для уражених кореневою губкою деревостанів.

$$P_{\text{здор}} = -0,000067 \times A^2 + 0,006929 \times A + 0,6483, \quad (5)$$

$$P_{\text{ураж}} = -0,00006 \times A^2 + 0,00477 \times A + 0,7157. \quad (6)$$

Визначивши площу поперечних перерізів сосняків з повнотою одиниця [2, 4] і знаючи відносну повноту модальних деревостанів, визначаємо фактичну суму площ поперечних перерізів для уражених і неуражених кореневою губкою деревостанів.

Динаміку видових чисел виводимо за допомогою видових висот. Залежність видової висоти неуражених та уражених кореневою губкою модальних соснових деревостанів від віку описується рівняннями:

$$HF_{\text{здор}} = -0,0010 \times A^2 + 0,2278 \times A + 0,4768, \quad R^2 = 0,9997, \quad (7)$$

$$HF_{\text{ураж}} = -0,0010 \times A^2 + 0,2239 \times A + 0,2702, \quad R^2 = 0,9998. \quad (8)$$

Матеріали пробних площ використовували також для розрахунку середніх значень висоти та діаметра частини деревостану, що підлягає вирубуванню.

Редукційні числа середнього діаметра ( $R_d$ ) та середньої висоти ( $R_h$ ) неуражених (формули (9), (10)) та уражених кореневою губкою (формули (11), (12)) деревостанів моделювали залежно від віку:

$$R_{\text{здор}}^d = 0,00008 \times A^2 - 0,0080 \times A + 0,873, \quad R^2 = 0,381, \quad (9)$$

$$R_{здор}^h = 0,00010 \times A^2 - 0,0114 \times A + 1,098, \quad R^2 = 0,740, \quad (10)$$

$$R_{ураж}^d = 0,00012 \times A^2 - 0,01544 \times A + 1,1293, \quad R^2 = 0,578, \quad (11)$$

$$R_{ураж}^h = 0,00005 \times A^2 + 0,00627 \times A + 0,9786, \quad R^2 = 0,864. \quad (12)$$

Побудовані моделі та встановлені математичні залежності (1)–(12) було використано для складання ТХР модальних неуражених та уражених соснових деревостанів в умовах свіжого дубово-соснового субору (В<sub>2</sub>-ДС) ДП «Холминське ЛГ» (табл. 2). Таблиці побудовані у віковому діапазоні 10–90 років з інтервалом 5 років. Кількість ділянок більш раннього (10–20 років) та пізнього віку (80–90 років) у базі даних не є достатньою і, як наслідок, дані, отримані в результаті пролонгації таблиць до цих діапазонів віку, є дещо менш достовірними.

Таблиця 2

**Фрагменти таблиць ходу росту модальних здорових та уражених кореневою губкою деревостанів сосни звичайної в умовах свіжого дубово-соснового субору (В<sub>2</sub>-ДС) ДП «Холминське лісове господарство»**

Вік, років	Деревостан						Частина деревостану, що вирубується								Загальна продуктивність, м <sup>3</sup> ·га <sup>-1</sup>	Z, м <sup>3</sup> ·га <sup>-1</sup>	
	H <sub>сер</sub> , м	D <sub>сер</sub> , см	N, шт.·га <sup>-1</sup>	G, м <sup>2</sup> ·га <sup>-1</sup>	f, 0,001	M, м <sup>3</sup> ·га <sup>-1</sup>	ΔM, м <sup>3</sup> ·га <sup>-1</sup>		N, шт.·га <sup>-1</sup>	H <sub>сер</sub> , м	D <sub>сер</sub> , см	M, м <sup>3</sup> ·га <sup>-1</sup>	ΣM, м <sup>3</sup> ·га <sup>-1</sup>	середній		погочний	
							середня	поточна									
<b>Модальні здорові сосняки</b>																	
10	4,6	5,5	4076	9,7	0,577	26	2,6	–	–	–	–	–	–	26	2,6	–	
20	9,4	10,5	2506	21,7	0,493	101	5,1	8,2	600	8,5	7,8	12	23	124	6,2	10,6	
30	13,8	14,6	1798	30,1	0,465	193	6,4	9,4	286	11,7	10,3	13	50	243	8,1	12	
40	17,5	17,7	1414	34,8	0,457	278	7	8,6	168	14	12	12	75	353	8,8	11	
50	20,6	20,3	1155	37,4	0,455	351	7	7,4	115	16	13,6	12	100	451	9	9,8	
60	23,3	22,7	949	38,4	0,453	405	6,8	4,6	103	18	15,4	16	129	534	8,9	7,8	
70	25,5	25,1	788	39	0,452	450	6,4	3,8	89	20,1	17,7	20	162	612	8,7	7,8	
80	27,3	27,6	632	37,8	0,451	465	5,8	1,4	75	22,5	20,5	25	209	674	8,4	6,4	
90	28,8	30,4	503	36,5	0,447	470	5,2	0,2	60	25,3	24,3	32	270	740	8,2	6,6	
<b>Модальні сосняки, уражені кореневою губкою</b>																	
10	4,1	5,3	3982	8,8	0,588	21	2,1	–	–	–	–	–	–	21	2,1	–	
20	8,8	10,4	2521	21,4	0,494	93	4,7	8	580	7,7	9	14	26	119	6	10,8	
30	13	14,4	1780	29	0,468	176	5,9	8,2	323	10,9	11,1	16	58	234	7,8	11,4	
40	16,7	17,7	1365	33,6	0,457	256	6,4	7,4	197	13,5	12,5	15	87	343	8,6	10,4	
50	19,8	20,6	1068	35,6	0,453	319	6,4	5,6	141	15,6	13,5	15	116	435	8,7	8,6	
60	22,5	23,6	837	36,6	0,449	370	6,2	4,4	112	17,6	15	16	146	516	8,6	7,6	
70	24,7	26,8	642	36,2	0,447	400	5,7	3,2	90	19,4	17,1	18	182	582	8,3	6,8	
80	26,5	30,4	475	34,5	0,445	407	5,1	0	83	21,1	20,1	25	228	635	7,9	5	
90	27,9	34,6	348	32,7	0,442	403	4,5	-1	62	22,9	24,6	31	284	687	7,6	5,2	

Динаміка запасів модальних здорових та уражених кореневою губкою соснових насаджень підприємства та повних штучних деревостанів Полісся [2] свідчить про суттєву різницю між ними (рис. 2). У базовому віці (80 років) деревостани, уражені хворобою, мають запас, нижчий на 58 м<sup>3</sup> порівняно зі здоровими та на 132 м<sup>3</sup> – порівняно з повними сосновими деревостанами. У відносних величинах ця різниця становить відповідно 13 та 25 %. Пересічно уражені кореневою губкою деревостани мають продуктивність, нижчу на 6 % відносно здорових та на 23 % відносно повних соснових деревостанів. Варто відзначити, що крива апроксимації результатів, побудована за допомогою отриманих функцій, не

обов'язково проходить через усі експериментальні точки, але описує тенденції зміни цих даних і забезпечує мінімум суми квадратів відхилень експериментальних даних від неї. В цьому випадку пік розвитку хвороби припадає на VI клас віку, що апроксимовані дані запасів уражених кореневою губкою насаджень суттєво згладжують.

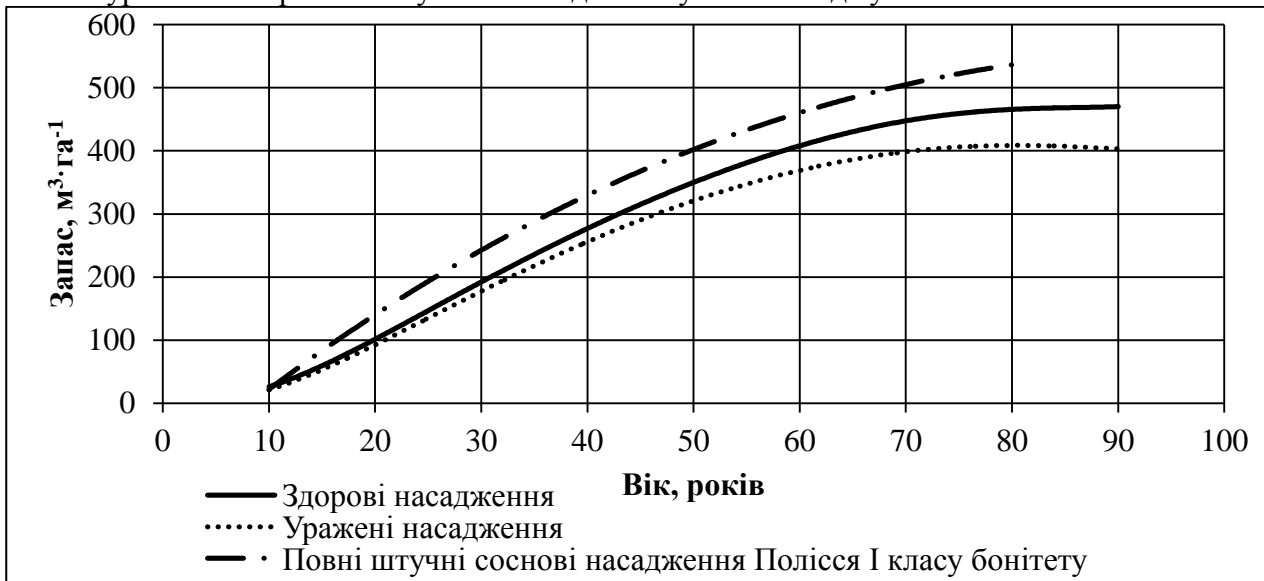


Рис. 2 – Динаміка запасів модальних соснових деревостанів порівняно із запасами повних соснових деревостанів I класу бонітету Полісся

Максимальна поточна зміна запасу (рис. 3) виявляється у віці 40 років ( $8,6 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{рік}^{-1}$ ) в неуразених сосняках та у віці 35 років ( $8,6 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{рік}^{-1}$ ) – у сосняках, уражених кореневою губкою. Максимальна середня зміна запасу у неуразених насадженнях становить  $7 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{рік}^{-1}$ , а в уражених хворобою –  $6,5 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{рік}^{-1}$ . Вік кількісної стиглості відповідає точці перетину кривих середньої та поточної змін запасів і становить у цьому випадку для неуразених соснових деревостанів досліджуваного регіону 50 років, а для уражених – 47 років.

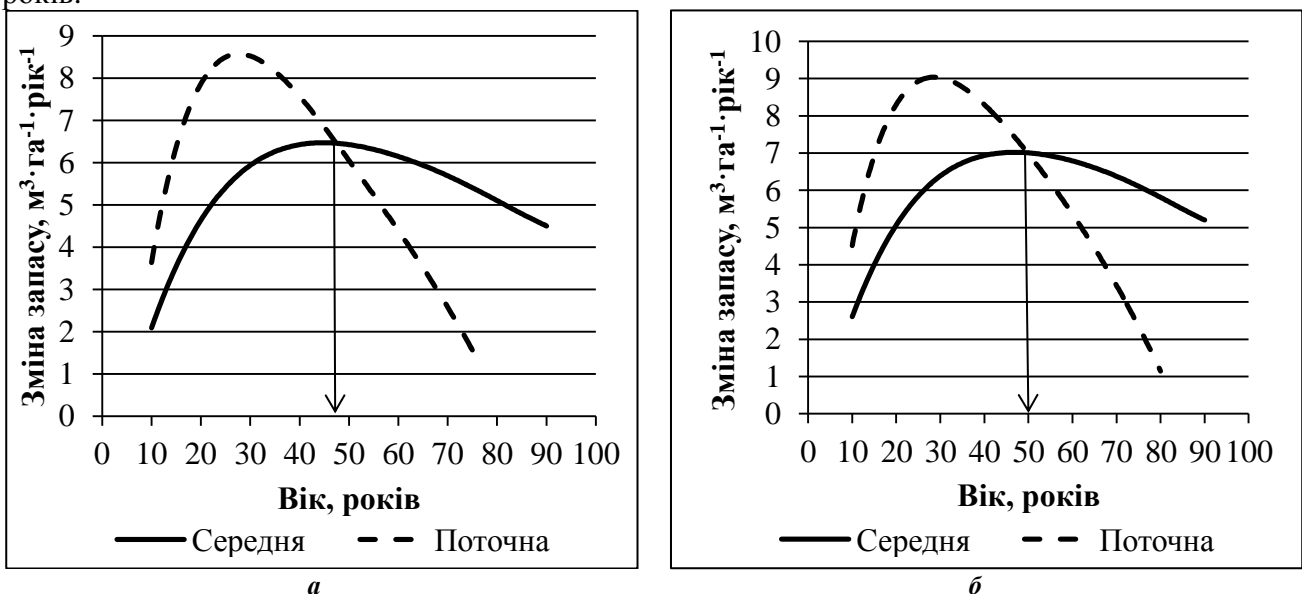


Рис. 3 – Динаміка середньої зміни запасу уражених кореневою губкою (а) та здорових (б) модальних соснових деревостанів

**Висновки.** Хід росту соснових деревостанів, створених на землях, які виведені із сільськогосподарського користування, свідчить про суттєву різницю розвитку уражених та неуразених кореневою губкою насаджень, що перебувають в однакових умовах. З віком

різниця запасів в уражених та неуражених кореневою губкою частинах насаджень поступово збільшується. Уражені кореневою губкою деревостани, залежно від класу віку, поступаються за запасом здоровим на 8–23 %. Вік кількісної стиглості соснових насаджень за зміною запасів для уражених кореневою губкою деревостанів становить 47 років, для здорових деревостанів – 50 років. Розроблені таблиці ходу росту модальних чистих соснових деревостанів, створених на землях, які виведені із сільськогосподарського користування, можуть бути використані під час планування лісогосподарських заходів в умовах ДП «Холминське ЛГ» Холминсько-Костобобрівського фізико-географічного району Новгород-Сіверського Полісся.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Анучин Н. П.* Лесная таксация / Н. П. Анучин. – М. : Лесн. пром-сть, 1982. – 552 с.
2. Нормативно-справочные материалы для таксации лесов Украины и Молдавии / [под ред. А. З. Швиденко]. – К. : Урожай, 1987. – 560 с.
3. *Роговий В. І.* Особливості ходу росту букових деревостанів Криму та динаміка їх вікової структури / В. І. Роговий // Лісівництво та агролісомеліорація. – 2009. – Вип. 114. – С. 85–89.
4. *Строчинський А. А.* Сума площ перерізів та запас деревостанів при повноті 1,0. Лісотаксаційні нормативи / А. А. Строчинський, С. М. Кашпор, Л. М. Березівський. – 2-ге вид., уточн. та доповн. – К. : Вид. центр НАУ, 2007. – 19 с.
5. *Ткач В. П.* Моделювання ходу росту букових деревостанів Криму / В. П. Ткач, В. І. Роговий, В. П. Пастернак // Лісівництво і агролісомеліорація. – 2009. – Вип. 115. – С. 80–89.
6. Хід росту модальних соснових деревостанів, створених на землях, що вийшли із сільськогосподарського використання / [П.І. Лакида, Р.Д. Василюшин, А.Ю. Терентьев та ін.] // Наук. вісн. НУБіП України : Лісівництво та декоративне садівництво. – 2011. – Вип. 164, Ч. 1. – С. 68–78.

Михайличенко А.А.<sup>1</sup>, Усцький І.М.<sup>1</sup>, Ведмидь Н.М.<sup>1</sup>, Лозицький В.Г.<sup>2</sup>

**ОСОБЕННОСТИ РОСТА СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ, ПОРАЖЕННЫХ КОРНЕВОЙ ГУБКОВОЙ, В УСЛОВИЯХ НОВГОРОД-СЕВЕРСКОГО ПОЛЕСЬЯ**

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

2. *Черниговское областное управление лесного и охотничьего хозяйства*

Приведена математическая модель и составлены таблицы хода роста модальных здоровых и пораженных корневой губкой искусственных сосновых древостоев, созданных на землях, выведенных из сельскохозяйственного пользования, в условиях ГП «Холминское лесное хозяйство», Новгород-Северского Полесья. Сделан прогноз динамики таксационных показателей этих древостоев.

Ключевые слова: сосновые древостои, корневая губка, таблицы хода роста, продуктивность, таксационные показатели.

Mihaylichenko A. A.<sup>1</sup>, Ustsky I. M.<sup>1</sup>, Vedmid M. M.<sup>1</sup>, Lozitsky V. G.<sup>2</sup>

**GROWTH CHARACTERISTICS OF PINE STANDS AFFECTED BY ANNOSUM ROOT ROT IN NOVGOROD-SIVERSKE POLISSYA**

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

2. *Chernihiv Regional Department of Forestry and Hunting*

Pine stands created in the lands which were used in agriculture for a long time are usually affected by root rot in some degree. The pathogen is basidiomycete fungus *Heterobasidium annosum* (Fr.) Bref. The disease occurs in pure pine plantations as well as the pine stands close to said ones having admixture of broadleaved species. Physical and mechanical properties of the soils used in agriculture and the lack of microbiota inherent to forest environment make significant changes in the development of the pine plantations created under these conditions compared to the pine plantations on forest soils. Annosum root rot focuses appearance and distribution, which are a consequence of these differences, in turn, affect the formation of trees mortality and the timber growth reducing as well as change the course of growth of these plants, which significantly differs from the course of growth of inter-focal plants in the same conditions. The data analysis allowed to develop a mathematical model and make yield tables for the modal healthy and root rot infected artificial pine stands created on the lands which came out from agricultural use in SE "Holmynske Forestry" in Novgorod-Siverske Polissya The paper presents a forecast for dynamics of taxation parameters of these plants. It was revealed that the productivity of healthy pine trees of I-IX age classes is 8-23 % more compared with the pine stands affected by annosum root rot.

Keywords: pine stands, annosum root rot, yield tables, productivity, taxation parameters.

E-mail: [ustsky@uriffm.org.ua](mailto:ustsky@uriffm.org.ua)

Одержано редколегією 02.09.2014