
ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ І ПРОДУКТИВНІСТЬ СОСНОВИХ НАСАДЖЕНЬ ІЗ ПІДНАМЕТОВИМИ КУЛЬТУРАМИ ДУБА ЧЕРВОНОГО

В. Ю. Юхновський, доктор сільськогосподарських наук, професор,
orcid.org/0000-0003-3182-4347

В. О. Рибак, доктор сільськогосподарських наук, професор
Національний університет біоресурсів і природокористування України

О. В. Рибак, кандидат сільськогосподарських наук
Державне агентство лісових ресурсів України
E-mail: *yukhnov@ukr.net*

Пріоритетним завданням лісівничої науки і лісокультурної практики є дослідження впливу інтродукованих видів деревних рослин на ріст, підвищення продуктивності та якості соснових насаджень. Тому метою наукового дослідження стало виявлення особливостей росту й динаміки продуктивності соснових насаджень зі штучними насадженнями дуба червоного, створеними у минулому столітті у Боярській лісовій дослідній станції. Визначено лісівничо-таксаційні показники соснових насаджень зі штучними насадженнями дуба червоного. Піднаметовий ярус представлений дубом червоним, який у деяких випадках сягає висоти першого ярусу. Соснові деревостани високої продуктивності зростають за Іа, Іб класами бонітету. У результаті моделювання динаміки середніх висот, діаметрів, суми площ поперечного перерізу та запасу встановлено, що ріст соснових насаджень у висоту описується степеневим рівнянням із високим значенням коефіцієнта достовірності апроксимації $R^2 = 0,914$. Аналіз динаміки росту у висоту соснових насаджень із піднаметовими культурами дуба червоного засвідчив, що вони відрізняються від росту соснових культур. Велика зрідженість дослідних деревостанів у молодому віці призводить до уповільнення їхнього росту у висоту, на відміну від соснових культур. У віці 60 років показники висот вирівнюються і у віці стиглості насадження з піднаметовими культурами переважають ріст у висоту соснових культур на 4,4 %. У віці стиглості різниця у діаметрах соснових насаджень із піднаметовими культурами і лісових культур Іа бонітету становить 6,7 %. Особливості росту соснових насаджень із піднаметовими культурами позначаються і на фактичній продуктивності соснових деревостанів. Продуктивність соснових насаджень із дубом червоним, починаючи із середньовікової групи, стабільно підвищується і до віку стиглості набуває значення Ів класу бонітету.

Ключові слова. склад, бонітет, динаміка висот, повнота, запас, моделювання.

Актуальність і аналіз останніх досліджень. В умовах екологізації та інтенсифікації лісогосподарського виробництва особливу увагу приділяють пошукам методів підвищення біологічної стійкості, продуктивності та якості лісів, розробленню ефективних технологій відтворення лісоресурсного потенціалу.

Найпоширенішою лісоутворювальною породою Полісся є сосна звичайна. Підвищення продуктивності штучних сосняків пов'язане із застосуванням низки лісокультурних і лісівничих методів. Дієвим заходом збереження біорізноманіття, підвищення продуктивності соснових деревостанів є формування мішаних насаджень уведенням піднаметових культур як аборигенних, так і інтродукованих листяних видів.

Проблематику вирощування соснових насаджень із піднаметовими культурами досліджували багато вчених (Onyskiv, 1979; Chmyr & Onyskiv, 1986; Hrinchenko & Rybak, 2000; Onyskiv et al, 2000; Hordienko & Hordienko, 2005; Tsilyurik et al., 2010). Однак немає даних щодо впливу дуба червоного на ріст і продуктивність сосни звичайної упродовж усього циклу вирощування – від введення дуба червоного під намет соснового деревостану до його суцільної рубки. Тому дослідження впливу інтродукованих видів деревних рослин на ріст, підвищення продуктивності та якості соснових насаджень є пріоритетним завданням лісівничої науки і лісокультурної практики.

Дослідженню біологічної продуктивності соснових насаджень присвячено роботи Miakushko (1978, 1989), Yurkevych & Yaroshevych (1976), Lakyda (2002), Savych & Stochynskyi (1987). Продуктивність соснових насаджень із піднаметовими культурами різних порід вивчали Chmyr & Onyskiv (1986), Rybak (2001), Rybak & Rybak (2015). Продук-

тивність соснових насаджень із піднаметовими культурами дуба червоного досліджено фрагментарно й лише за окремими таксаційними показниками.

Мета дослідження: визначити лісівничо-таксаційні показники соснових насаджень зі штучними насадженнями дуба червоного, встановити особливості їхнього росту і динаміку продуктивності.

Матеріали і методи дослідження. Об'єктами досліджень слугували різновікові соснові деревостани, як чисті за складом і прості за формою, так і мішані двоярусні насадження з піднаметовими культурами на 16 постійних пробних площах (ППП), закладених у Боярському, Дзвінківському та Жорнівському лісництвах ВП НУБіП України «Боярська лісова дослідна станція». Умови місцезростання – свіжі субори та судіброви. Таксаційну характеристику ППП наведено в табл. 1.

Усі пробні площі закладено у лісорослинних умовах свіжого субору (ППП № 1–8, 11–14) і свіжої судіброви (ППП № 9, 15, 16). Насадження, в основному, чисті за складом, частка дуба червоного не перевищує 20 % (ППП № 1, 4). Соснові насадження представлені різними віковими групами: молодняки (ППП № 15, 16), середньовікові (ППП № 9–14), пристигаючі (ППП № 1, 4–8) і стиглі (ППП № 2 і 3).

Соснові деревостани високої продуктивності зростають за I^a, I^b класами бонітету. Усі насадження високоповнотні, за винятком ППП № 16 і 12, які характеризуються відповідно повнотою 0,64 і 0,69. Піднаметовий ярус представлений дубом червоним, який у деяких випадках досягає висоти першого ярусу (ППП № 8, 11).

Ріст і продуктивність деревних видів рослин верхнього ярусу вивчали відповідно до загальноприйнятої у лісовій таксації методики Anuchin (1982). Опрацювання і

1. Таксаційна характеристика соснових насаджень із піднаметовими культурами за даними постійних пробних площ

Но- мер ППП	Склад	Порода	Вік, років	Середні		Бонітет	Кількість ствобурів, шт. га-1	Пов- нога	Запас, м ³ . га-1
1	I яр - 10Сз	Сз	78	28,3	27,6	Ia	530	0,67	432
	II яр - 10Дчр	Дчр	33	16,1	21,3	Ia	660	0,28	83
2	10Сз	Сз	81	31,8	31,1	Ib	300	0,47	332
3	10Сз	Сз	85	35,2	32,4	Ib	429	0,75	601
	10Дчр	Дчр	40	10,7	19,3	I	960	0,29	87
4	10Сз	Сз	80	33,6	31,6	Ib	418	0,69	521
	10Дчр	Дчр	40	10,2	16,7	I	1407	0,36	104
5	10Сз+Дчр	Сз	78	35,4	30,4	Ia	487	0,94	636
6	10Сз	Сз	71	33,1	31,5	Ib	458	0,75	608
	10Дчр	Дчр	36	8,3	13,5	II	1638	0,46	66
7	10Сз	Сз	72	31,9	30,0	Ib	493	0,73	565
	10Дчр+Лп	Дчр	36	7,2	12,2	II	819	0,18	23
8	10Сз+Дчр	Сз	80	35,6	32,0	Ib	353	0,64	499
9	10Сз	Сз	39	22,7	23,3	Ic	833	0,70	361
	10Дчр	Дчр	39	9,9	13,8	II	426	0,11	24
10	10Сз	Сз	39	24,1	23,1	Ic	635	0,60	307
	10Дчр	Дчр	39	10,3	13,9	II	356	0,10	22
11	10Сз	Сз	45	21,8	25,3	Ic	616	0,48	268
	10Дчр	Дчр	45	18,3	22,3	Ib	365	0,30	109
12	10Сз	Сз	45	22,7	24,8	Ic	616	0,52	284
	10Дчр	Дчр	45	16,6	17,5	I	262	0,18	51
13	10Сз	Сз	45	20,9	22,8	Ic	1064	0,76	393
	10Дчр	Дчр	45	12,7	15,9	II	216	0,09	23
14	10Сз	Сз	45	23,2	25,3	Ib	977	0,86	478
15	10Сз+Дчр	Сз	23	14,8	13,3	Ia	1743	0,92	209
16	10Сз+Дчр	Сз	25	16,7	14,3	Ib	1075	0,64	178

аналіз експериментальних даних проведено із застосуванням математико-статистичних методів, а виявлення особливостей росту – методом математичного моделювання (Nikitin & Shvidenko, 1987).

Результати дослідження та їх обговорення. У результаті моделювання динаміки середніх висот, діа-

метрів, суми площ поперечного перерізу та запасу від віку, які визначено графічним і аналітичним методами за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office Excel, одержано відповідні моделі, подано у табл. 2.

Динаміку росту соснових насаджень з піднаметовими культурами у

2. Моделі росту сосни звичайної у насадженнях із дубом червоним

Таксаційний показник	Модель	Коефіцієнт достовірності апроксимації
Середня висота, м	$y=0,9169 x^{0,8064}$ (1)	0,914
Середній діаметр, см	$y=2,387 x^{0,5963}$ (2)	0,929
Сума площ перерізу, м ² ·га ⁻¹	$y=-0,0029 x^2+0,4898 x + 16,38$ (3)	0,654
Запас стовбурів, м ³ ·га ⁻¹	$y=-0,0787 x^2+18,90 x - 258,6$ (4)	0,922

висоту наведено на рис. 1 та описано степеневим рівнянням (1) із високим значенням коефіцієнта достовірності апроксимації $R^2 = 0,914$.

Зіставлення одержаних результатів росту у висоту соснових насаджень із піднаметовими культурами дуба червоного із ростом повних штучних соснових деревостанів Київського Полісся і Лісостепу України (дані Ю. М. Савича) і ходу росту штучних деревостанів сосни Полісся України, розроблених П. І. Лакидою і А. А. Строчинським (Normative, 1987), наведено у табл. 3.

Аналізуючи динаміку росту у висоту соснових насаджень із піднаметовими культурами дуба червоного, зазначимо, що вони відрізняються від росту соснових культур Київського Полісся. Велика зрідженість дослідних деревостанів у молодому віці призводить до уповільнення їхнього росту у висоту, на відміну від соснових культур. Різниця між показниками середньої висоти у молодому віці сягає $-2,1\%$, у середньовікових насадженнях $-2,7\%$. У віці 60 років показники висот вирівнюються і у віці стиглості насаджень

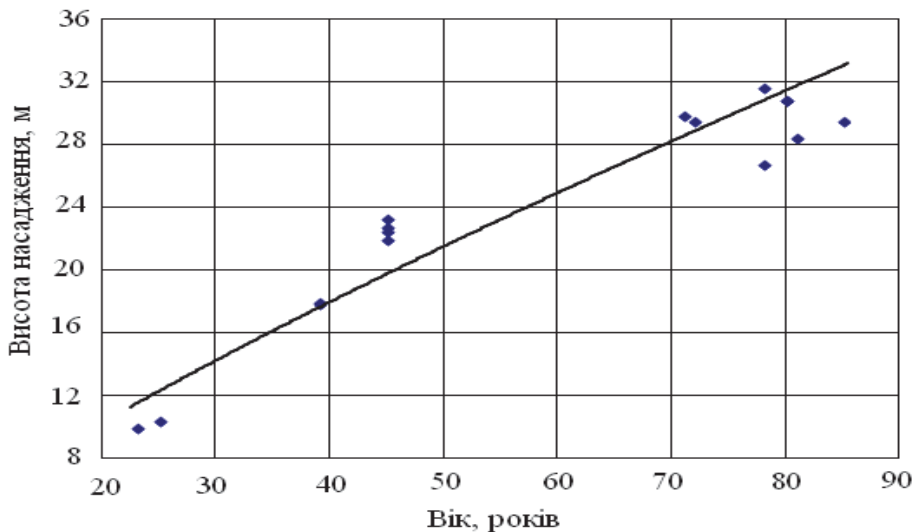


Рис. 1. Динаміка висоти соснових насаджень із піднаметовими культурами дуба червоного

3. Динаміка середньої висоти соснових насаджень, за даними різних авторів, м

Вид насадження	Вік насадження, роки					
	30	40	50	60	70	80
Соснові деревостани з дубом червоним (дані досліджень)	14,2	18,0	21,5	24,9	28,2	31,4
Штучні соснові насадження Київського Полісся Іа класу бонітету	14,5	18,7	22,1	24,9	27,0	–
Штучні соснові насадження Полісся України Іа класу бонітету	14,7	18,9	22,3	25,0	27,2	29,0
Відхилення від культур Київського Полісся, %	-2,1	-3,8	-2,7	0	4,4	–
Відхилення від лісових культур Полісся України, %	-3,4	-4,8	-3,6	-0,4	3,4	8,3

з піднаметовими культурами переважають ріст у висоту соснових культур Київського Полісся на 4,4 %.

Аналогічна ситуація простежується під час порівняння динаміки середньої висоти соснових насаджень із культурами дуба червоного і штучних соснових насаджень Полісся України. Проте у віці стиглості насадження з піднаметовими культурами переважають ріст у висоту соснових культур Полісся на 8,3 %.

Соснові насадження з піднаметовими культурами дуба червоного мають

70-річну історію, і тому є можливість вивчення процесів росту та продуктивності деревостанів на повному циклі їхнього розвитку. Перебіг фактичного росту сосни з піднаметовими культурами за діаметром має зовсім інший характер (рис. 2) й описується моделлю 2.

У молодняках він значно перевищує табличні показники Іа класу бонітету, а також діаметр соснових культур Київського Полісся (на 18,0 %), а з віком досліджувані сосняки дещо зменшують інтенсивність росту за діаметром. У віці

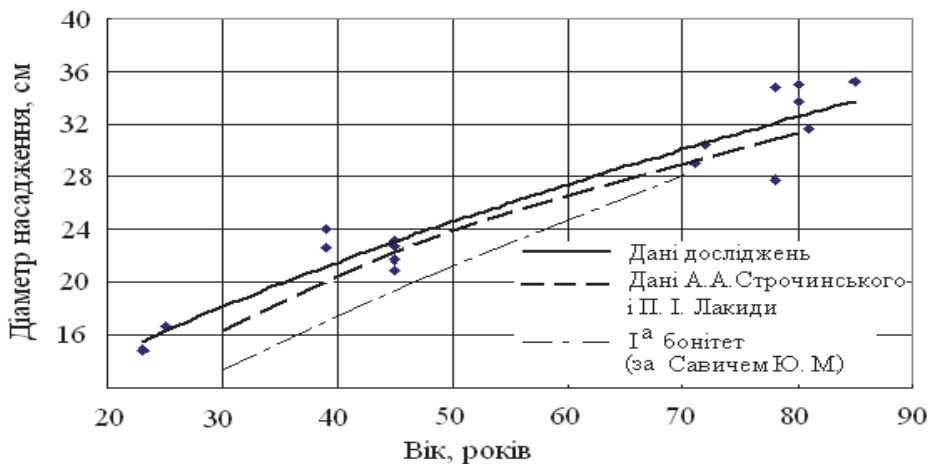


Рис. 2. Динаміка діаметра соснових насаджень в умовах свіжого субору

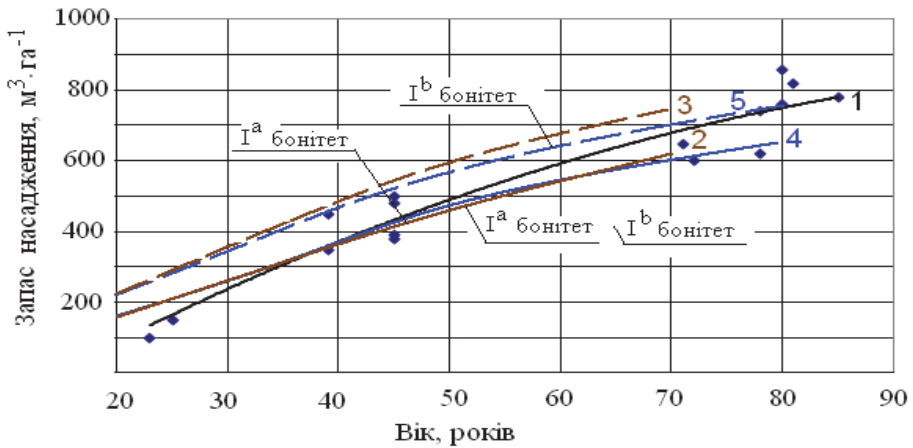


Рис. 3. Динаміка запасів соснових насаджень: 1 – насаджень з дубом червоним (дані досліджень); 2 і 3 – штучні деревостани Київського Полісся і Лісостепу, які зростають за I^a і I^b класами бонітету відповідно; 4 і 5 – культури Полісся України I^a і I^b класів бонітету

стигlosti різниця у діаметрах соснових насаджень із піднаметовими культурами і лісових культур (I^a бонітету) становить 6,7%. Це свідчить про сприятливі лісорослинні умови для зростання соснових насаджень із дубом червоним.

Динаміка росту соснових лісових культур Полісся України за діаметром близька до росту соснових насаджень із піднаметовими культурами й у V класі віку майже досягає величини діаметра 24,2 см, хоча у віці стигlosti різниця між діаметрами цих насаджень збільшується.

Особливості росту соснових насаджень із піднаметовими культурами за висотою і діаметром позначаються і на фактичній продуктивності соснових деревостанів. Їхні запаси суттєво відрізняються від запасів повних штучних сосняків Київського Полісся і Лісостепу, встановлених Ю. М. Савичем (Normative, 1987). Зазначимо, що таблиці ходу росту Ю. М. Савича складені для культур сосни із початковою кількістю сіянців 10000 шт.·га⁻¹. На рис. 3 представ-

лено динаміку запасів досліджуваних насаджень за умов зміни продуктивності нормальних сосняків I^b і I^a класів бонітету, яка описується рівнянням полінома другого ступеня (модель 4).

Так, запас досліджуваних соснових деревостанів у віці 50 років становить 489 м³·га⁻¹, а соснових культур Полісся I^a і I^b класів бонітету відповідно 483 і 576 м³·га⁻¹. Отже, продуктивність соснових насаджень із піднаметовими культурами V класу віку, що зростають у лісорослинних умовах В₂, займає проміжне положення між аналогічними показниками штучних сосняків I^a і I^b класів бонітету. Продуктивність соснових насаджень із культурами дуба червоного, починаючи з середньовікової групи, стабільно підвищується і до віку стигlosti набуває значення I^b класу бонітету.

Висновки і перспективи. Динаміка висоти соснових насаджень із піднаметовими культурами дуба червоного відрізняється від росту лісових культур сосни звичайної Київського Полісся та Полісся України. Велика зрідженість

дослідних деревостанів у молодому віці призводить до уповільнення їхнього росту у висоту на відміну від соснових культур. Різниця між показниками середньої висоти у молодому віці сягає 2,1 %, у середньовікових насадженнях – 2,7 %. У віці 60 років показники висот вирівнюються й у віці стиглості насадження з піднаметовими культурами переважають ріст у висоту соснових культур Київського Полісся та Українського Полісся на 4,4 і 8,3 % відповідно.

Динаміка росту за діаметром соснових насаджень із піднаметовими культурами у молодняках перевищує табличні показники I^a класу бонітету, а також діаметр соснових культур Київського Полісся (на 18,0 %). Із віком досліджувані сосняки дещо зменшують інтенсивність росту. У віці стиглості різниця у діаметрах соснових насаджень із піднаметовими культурами і лісових культур I^a бонітету становить 6,7 %. Ріст соснових культур Полісся України за діаметром близький до росту соснових насаджень із піднаметовими культурами й у V класі віку майже досягає величини діаметра 24,2 см, хоча у віці стиглості різниця між діаметрами цих насаджень збільшується.

Продуктивність соснових насаджень із піднаметовими культурами відрізняється від запасів повних штучних чистих сосняків. Запас досліджуваного соснового деревостану I^a класу бонітету у віці 50 років становить 489 м³·га⁻¹, а соснових культур Полісся I^a і I^b класів бонітету відповідно 483 і 576 м³·га⁻¹. Отже, продуктивність соснових насаджень із піднаметовими культурами V класу віку, що зростають у лісорослинних умовах В₂, займає проміжне положення між аналогічними показниками штучних сосняків I^a і I^b класів бонітету. Продуктивність соснового насадження з дубом чер-

воним, починаючи із середньовікової групи, стабільно підвищується і до віку стиглості набуває значення I^b класу бонітету, що свідчить про перспективність введення інтродукованих порід під намет соснового насадження.

Список літератури

- Anuchin, N. (1982). Forest measurement. Moscow: Forest industry, 552 [in Russian].
- Hordiienko, M., & Hordiienko, N. (2005). Forest properties of woody plants. Kyiv: Vistka, 816 [in Ukrainian].
- Hordiienko, M., Maurer, V., & Kovalevskyi, S. (2000). Methodological guidelines for the study and research of forest plantations. Kyiv: National agricultural university, 103 [in Ukrainian].
- Hrinchenko, V., & Rybak, V. (2000). Influence of understory deciduous hardwood plantations on biological stability and productivity of pine stands of Boyarka Forest Research Station. Proceedings of NAU, 27, 127–131 [in Ukrainian].
- Lakyda, P. (2002). Phytomass of forests of Ukraine. Ternopil: Zbruch, 256 [in Ukrainian].
- Miakushko, V. (1978). Pine forests of the plain part of the USSR. Kyiv: Nauka, 256 [in Russian].
- Miakushko, V., Volvych, F., & Pliuta, P. (1989). Ecology of pine forests. Kyiv: Urozaiy, 248 [in Russian].
- Nikitin, K., & Shvidenko, A. (1978). Methods and techniques for processing forest information. Moscow: Forest industry, 272 [in Russian].
- Nikitin, K., Shvydenko, A. & Savych, Yu., eds. (1987). Normative reference materials for inventory of forests of Ukraine and Moldova. Kyiv: Urozai, 558 [in Russian].
- Onyskiv, N. (1979). Creating plantations under the canopy of low productive stands. Moscow: Forest industry, 112 [in Russian].
- Onyskiv, N., Rybak, V., Fuchylo, Ya., & Sbytina, M. (2000). Increase productivity and biological sustainability of forest plantations. Proceedings of NAU, 25, 188–196 [in Ukrainian].

- Rybak, V. (2001). Influence of various understory deciduous species on the soil fertility in pine plantations. Proceedings of the Institute of Agriculture of Ukrainian Academy of Agricultural Sciences, 1–2, 30–45 [in Ukrainian].
- Rybak, V., & Rybak, O. (2015). Stability of pine forest stands with understory plantations of oak-red to root sponge. Proceedings of NUBiP, 216 (1), 85–91 [in Ukrainian].
- Tsilyurik, A., Rybak, V., Maksymchuk, N., & Rybak, O. (2010). Monitoring of living aboveground cover in fresh pine-oak sites of the Kyiv Polissia with understory artificial plantations of common and red oaks (*Quercus robur* L. and *Q. rubra* L.). Scientific reports of NUBiP of Ukraine, 1 (17). Retrieved from www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2010-1/10tavqrr.pdf [in Ukrainian].
- Chmyr, A., & Onyskiv, N. (1986). Forest plantations under the canopy of a forest. Leningrad: Leningrad Forest Academy, 55 [in Russian].
- Yurkevych, I., & Yaroshevych, E. (1976). Biological productivity of types and associations of pine forests (on researches in the Belarus SSR). Minsk: Science and technology, 294 [in Russian].
-

V. Yu. Yukhnovskiy, V. O. Rybak, O. V. Rybak (2019). Features of growth and productivity of pine stands with understory admixture of red oak.

UKRAINIAN JOURNAL OF FOREST AND WOOD SCIENCE, 10(3):62-69.

<http://dx.doi.org/10.31548/forest2019.03.062>.

The priority task of forestry science and forest-cultural practice is to study the influence of introduced species of woody plants on growth, productivity and quality of pine stands. Therefore, the purpose of this scientific research was to identify the features of growth and productivity dynamics of pine stands with artificial red oak admixture, created in the last century at the Boyarka Forest Research Station.

All 16 sample plots were established in the fresh pine sites. Stands are mostly pure in composition, the proportion of red oak does not exceed 20 %. Pine stands are represented by different age groups: young, mid-aged, maturing and mature.

The biometric indices of pine stands with artificial red oak admixture, features of their growth and productivity dynamics have been determined. The understory is represented by red oak, which in some cases reaches the height of the main canopy. Highly productive pine stands are characterized by Ia, Ib site index classes. As a result of the modeling of the dynamics of mean heights, diameters, and basal area, it was established that height growth of pine stands is described by the power equation with a high value of determination coefficient: $R^2 = 0.914$. Analysis of the dynamics of height growth of the pine stands with red oak understory demonstrates the difference from the growth patterns of pure pine stands. The high thinning intensity of the researched stands at young age leads to a decrease of their height growth, as compared with other pine stands. At the age of 60 years, the heights become equal, and at the maturity age, stands with understory canopy dominate by height growth over pure pine stands by 4.4 %. At the age of maturity, the difference in the diameters between pine stands with understory canopy and pure pine stands of Ia site index class reaches 6.7 %. Peculiarities of growth of pine stands with understory canopy impose their imprint on the actual productivity of pine stands. The productivity of pine stands with red oak understory, starting at the mid-aged group, steadily rises and at the maturity age reaches the Ib site index class. This proves the viability of introduction of red oak under the canopy of pine stands.

Keywords: composition, site index class, height growth, density, growing stock, modeling.

Отримано: 11.03.2019 р.