DOI 10.21178/2079–6080.2019.1.54
УДК 630

Влияние орографических факторов и почвенного плодородия на рост плантаций *Manglietia conifera* Blume в провинции Туенкуанг Республики Вьетнам

© Дао Тхи Тху Ха¹, А.В. Жигунов¹, А.С. Бондаренко²

The effect of orographic factors and soil fertility on the growth of *Manglietia conifera* Blume plantations in Tuyên Quang province of Vietnam

Dao Thi Thu Ha, A.V. Zhigunov, A.S. Bondarenko (Saint Petersburg State Forest Technical University; Saint Petersburg Forestry Research Institute)

Wood for the pulp-and-paper industry of Vietnam can be provided due to the cultivation of fast-growing tropical species on forest plantations. *Manglietia conifera* Blume. V.S. Kumar plantations growing in the conditions of northern Vietnam have a short cutting period and allow the erosion processes on the slopes of various steepness to be reduced.

The aim of the work was to evaluate the effect of orographic factors and soil fertility on the taxation parameters of *Manglietia conifera* forest plantations of different ages on highly rugged terrain of northern Vietnam.

On the *Manglietia conifera* plantations, the basic wood increment reaches its maximum values by the age of 10, yielding 21.7 m³/ha/year. At the age of 16, plantations reach their quantitative ripeness, when the average wood increment does not change, reaching its maximum value; it is equal to the basic 12-month wood increment. This is the rationale for choosing the age of final harvest on the *Manglietia conifera* plantations at the age of 20.

It is shown that orographic factors and soil fertility have a strong impact on the growth rate of trees at the initial stages of plantation cultivation. This should be taken into account while developing methods of tillage during establishment of plantations and carrying out agrotechnical procedures.

In the next stages of plantation cultivation, the decisive factor in the productivity of plantations is control of optimum density. Orographic factors and soil fertility closely interact with each other and affect the growth and development of trees. However, the type of soil is a determining factor of their growth and productivity.

The greatest influence of the terrain slope on the productivity of *Manglietia conifera* plantations is due to the changes in the root-layer depths of A+B soil horizons. Even on potentially fertile yellow-and-red humus soil, it is impossible to obtain highly-productive plantations in the case that the soil is strongly eroded.

Key words: *Manglietia conifera* forest plantations, orographic factors, soil fertility, basic wood increment, the age of quantitative ripeness

Влияние орографических факторов и почвенного плодородия на рост плантаций *Manglietia conifera* Blume в провинции Туенкуанг Республики Вьетнам

Дао Тхи Тху Ха, А.В. Жигунов, А.С. Бондаренко

Обеспечение целлюлозно-бумажной промышленности Вьетнама древесным сырьем возможно за счет выращивания древесины быстрорастущих тропических пород на лесосырьевых плантациях. Плантации *Manglietia conifera* в условиях северного Вьетнама имеют короткий оборот рубки и позволяют ослабить эрозионные процессы на склонах различной крутизны.

Целью работы являлась оценка влияния орографических факторов и плодородия почв на таксационные показатели лесосырьевых плантаций *Manglietia conifera* различного возраста на сильно пересеченной местности северного Вьетнама.

На плантациях *Manglietia conifera* текущий прирост достигает максимальных величин к 10-летнему возрасту деревьев и составляет 21,7 м³/га/год. Теоретически количественная спелость наступает в 16-летнем возрасте, когда средний прирост стабилизируется, достигая максимального значения, и становится равен текущему годовичному приросту. Это положено в основу практических рекомендаций во Вьетнаме по определению возраста главной рубки на плантациях *Manglietia conifera* в 20 лет.

Показано, что влияние орографических факторов и почвенного плодородия особенно сильно сказывается на темпах роста деревьев на начальных этапах их выращивания. Это необходимо учитывать при разработке приемов обработки почвы при закладке плантаций и проведении агротехнических уходов. В дальнейшем определяющим фактором продуктивности созданных плантаций становится регулирование оптимальной густоты. Орографические факторы и почвенное плодородие тесно взаимодействуют друг с другом и оказывают влияние на рост и развитие деревьев. Однако плодородие почвы является определяющим фактором их роста и продуктивности.

Наибольшее влияние уклона местности на производительность плантаций *Manglietia conifera* происходит из-за изменения мощности корнеобитаемых горизонтов А+В почвы. Даже на потенциально плодородной желто-красной гумусной почве при ее сильной эродированности невозможно получить высоких результатов при выращивании плантаций.

Ключевые слова: лесосырьевые плантации *Manglietia conifera*, орографические факторы, плодородие почв, текущий прирост, возраст количественной спелости

Дао Тхи Тху Ха — аспирантка кафедры почвоведения и лесных культур
Email: daothuhavfu@gmail.com

Жигунов Анатолий Васильевич — профессор кафедры почвоведения и лесных культур,
д-р с.-х. наук, профессор

E-mail: a.zhigunov@bk.ru

Бондаренко Александр Сергеевич — ведущий научный сотрудник НИО селекции, воспроизводства и химического ухода за лесом, канд. с.-х. наук

Email: asbond@mail.ru

¹ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
им. С.М. Кирова»

194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., 5

Тел.: (812) 670—93—18

Email: leskultur@mail.ru

²ФБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства»,
194021, Санкт-Петербург, Институтский пр., 21

Тел.: (812) 552—80—26

Email: mail@spb-niilh.ru

Введение

Увеличение потребления древесины целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленностью неизбежно приводит к необходимости поиска интенсивных форм ведения лесного хозяйства [14]. Во всем мире происходит рост объемов производства древесины на лесосырьевых плантациях, лесопромышленные компании сами создают такие плантации, как свои сырьевые цеха. Одним из важных компонентов интенсивного ведения лесного хозяйства является создание плантационных культур и повышение их продуктивности.

Работы по изучению использования агротехнических мероприятий для создания плантационных культур во Вьетнаме были начаты еще в конце 80-х годов прошлого века [13]. В настоящее время в СРВ проводится политика бережного отношения к природным лесам и увеличения масштабов искусственного лесовыращивания. В результате за 2004–2011 гг. общая площадь под насаждениями возросла с 12306,8 тыс. га до 13258,8 тыс. га, преимущественно за счет плантаций, которых стало больше на 31,5% [10].

Орографические факторы, обусловленные особенностями рельефа местности, оказывают сильное влияние на распределение тепла, света, влажности почвы и воздуха, т. е. на условия роста растений на участке. Для склоновых территорий характерно большое разнообразие экологических факторов даже в пределах одного района, что определяет пестроту условий местообитания, резко отличающуюся от равнинных площадей. Рост и продуктивность лесных насаждений в любых местопроизрастаниях зависит от почвенно-грунтовых условий. Лесорастительные условия на крутых склоновых землях экзогенного типа определяются основными лимитирующими факторами для роста и развития древесных пород — гидротермическими условиями и плодородием почв [1]. В условиях умеренного климата склоны южной и смежных экспозиций получают больше солнечной ра-

диации, они лучше освещены, являются более теплыми, и в тоже время менее увлажненными, что обеспечивает лучшие условия для роста растений [6].

В зависимости от континентальности климата, крутизны, господствующих ветров и др. факторов различия между противоположными склонами усиливаются. Это, в свою очередь, определяет условия произрастания растений [2].

Эффективное использование территорий влажных экваториальных лесов сопряжено с немалыми трудностями. Основная масса биогенных веществ находится преимущественно в деревьях и при вырубке удаляется вместе с ними, а почвы остаются малопродуктивными. Во Вьетнаме внушает тревогу масштабная эрозия почвенного слоя, ей подвержены более 50% земель на равнинной части страны и более 60% в горной и гористой местности, на которой расположено более 70% сельскохозяйственных угодий [8]. Облесение этих территорий может стабилизировать экологическую обстановку в регионах [5] и увеличить занятость местного населения на работах по выращиванию посадочного материала в питомниках для создания и выращивания лесных плантаций.

С этой целью во Вьетнаме используют такие быстрорастущие древесные породы, как *Hevea brasiliensis* Müll. Arg., *Acacia auriculiformis* A. Cunn. ex Benth; *Acacia mangium* × *Acacia auriculiformis*; *Manglietia confiera* Dandy; *Eucalyptus oblique* L'Hér.; *Tectona grandis* L.; *Pinus kesiya* Roule × Gordon; *Pinus massoniana* Lamb; *Paulownia elongata* S.Y. Hu; *Populus yunnanensis* Dode [4, 10, 12].

Одна из этих пород — *Manglietia confiera* имеет высокую экономическую ценность во всем мире, ее древесина используется как для производства пиломатериалов и мебели, так и при изготовлении бумаги [4]. *Manglietia confiera* происходит из естественных лесов Вьетнама. Создание лесных плантаций этой породы обеспечивает экономическое развитие лесного сектора северных провинций СРВ [15].

Методика и объекты исследований

Объектами исследования являлись плантации *Manglietia confera* Dandy в провинции Туенкуанг в возрасте 1, 5, 7, 10, 13, 15 и 20 лет, заложенные на склонах различной крутизны и экспозиции с различным уровнем почвенного плодородия.

Культуры создавались однолетними саженцами с закрытой корневой системой, выращенными в питомниках в полиэтиленовых тубах. Схема посадки: 3,0×1,5 м, первоначальная густота 2200 шт./га. Начиная с 5-летнего возраста, проводилось разреживание культур с удалением отстающих в росте экземпляров, при этом стремились обеспечить равномерность распределения деревьев по площади.

На плантациях *Manglietia confera* различного возраста, расположенных на участках с различным уклоном местности, экспозицией склона и высотой над уровнем моря закладывалось по 3 (2) постоянных пробных площади (ППП) размером 25×25 м (625 м²) для определения хода роста.

На пробных площадях проводился подсчет всех сохранившихся деревьев и определялась густота культур:

$$N = \frac{n \cdot 10000}{625}$$

где: N — густота, шт./га;

n — количество деревьев на ППП, шт.;

625 — площадь ППП, м².

У всех деревьев на пробной площади определяли диаметр у корневой шейки (d_0), диаметр на высоте груди ($d_{1,3}$), общую высоту дерева ($h_{\text{общ}}$), высоту ствола до первых ветвей ($h_{\text{дс}}$) [16]. Расчет запаса древесины *Manglietia confera* Dandy проводили суммированием объемов стволов насаждения (V) [9, 11, 16], для чего рассчитывался объем ствола каждого дерева (V).

$$V = G \cdot H \cdot f$$

где: V — объем ствола дерева;

G — поперечное сечение ствола дерева на высоте 1,3 м, м²;

H — высота ствола, м;

f — коэффициент пересчета, применяемый для лесных культур во Вьетнаме, равный 0,5.

Запас древесины на плантации (M , м³/га):

$$M = \sum_{i=1}^n V$$

где V — объем ствола, дерева, м³;

n — количество деревьев, шт./га.

Рассчитывали средний прирост запаса (ΔM , м³/год):

$$\Delta M = \frac{MnA}{A}$$

где MnA — запас древесины на плантации в возрасте A лет, м³/га;

A — возраст плантации, лет.

Кроме того, рассчитывался текущий прирост запаса за каждый год периода n (ZM_1 , м³/га):

$$ZM_{1(n)} = \frac{M_{1(A)} - M_{1(A-n)}}{A}$$

где ZM_1 — текущий прирост запаса, м³/га;

A — возраст плантации, лет;

$M_{1(A)}$ — запас в возрасте A , м³/га;

$M_{1(A-n)}$ — запас в возрасте $A-n$, м³/га;

n — величина периода, лет.

Абсолютная высота ППП определялась на основе контурных линий на топографической карте с округлением до 10 м; уклон местности определялся с помощью угломера; экспозиция склона — с использованием топографической карты; для определения мощности горизонтов почв А+В в центре на каждом участке закладывался почвенный разрез,

определялся тип почвы и мощность горизонтов А+В. Орографическая характеристика и описание почвенного покрова на пробных площадях приведены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика пробных площадей

Возраст культур, лет	№ ППП	Экспозиция склона	Крутизна склона,	Высота над ур. м., м	Тип почвы	Мощность горизонтов А+В, см
1	1	В	12	310	Красно-желтая	105
	2	Ю	18	370	Красно-желтая	84
	3	СЗ	23	530	Желто-красная гумусная	78
5	1	СВ	8	280	Красно-желтая	115
	2	ЮЗ	15	330	Красно-желтая	84
	3	З	19	450	Красно-желтая	72
7	1	В	6	530	Коричнево-красная	135
	2	ЮВ	10	360	Красно-желтая	106
	3	СЗ	26	630	Желто-красная гумусная	57
10	1	З	14	390	Коричнево – красная	93
	2	Ю	20	450	Коричнево-красная	78
	3	СВ	25	600	Желто-красная гумусная	74
13	1	С	17	420	Коричнево-красная	87
	2	СВ	28	670	Желто-красная гумусная	65
15	1	СЗ	13	370	Красно-желтая	120
	2	ЮВ	18	460	Коричнево-красная	85
	3	В	22	540	Желто-красная гумусная	76
20	1	СВ	11	560	Красно-желтая	131
	2	Ю	19	480	Красно-желтая	82
	3	ЮЗ	26	620	Желто-красная гумусная	70

Примечание. Красноватым цветом обозначены ячейки с наиболее благоприятными для роста растений значениями факторов, зеленым цветом — с менее благоприятными, голубым — с отрицательными для роста растений значениями факторов.

Исследуемые участки плантационных культур расположены на территориях с высотой над уровнем моря от 280 до 670 м, на склонах разных экспозиций с крутизной 8–28°. Почвенный покров представлен ферраллитными типами почв. Красно-желтые почвы в зависимости от экспозиции склона расположены на высоте 280–560 м над уровнем моря, коричнево-красные – 390–530 м, желто-красные гумусные – 530–670 м. Наибольшее плодородие имеют желто-красные гумусные почвы, содержание питательных веществ в коричнево-красных почвах уже значительно ниже, наименее плодородными являются красно-желтые почвы.

Для определения влияния различных факторов на скорость роста деревьев на план-

тациях *Manglietia conifera* статистическая обработка данных выполнена на основе использования таких стандартных пакетов программ компьютерного обеспечения, как MS Excel 2016 и StatSoft Statistica 12.0. При этом применены основные методики корреляционного и дисперсионного анализа [3].

Результаты исследований

В провинции Туенкуанг основные площади имеют уклон местности от 8 до 25° (табл. 2), а годовая сумма осадков колеблется от 1500 до 1800 мм. Поэтому для предотвращения развития водных эрозионных процессов необходимо создавать лесные плантации.

Таблица 2

Распределение территории провинции Туенкуанг по площадям с различной крутизной склонов

Крутизна склона, °	Площадь, %
<8	5,0
8–15	35,0
16–25	45,0
26–35	15,0

Изучение закономерностей роста плантации *Manglietia conifera* на склонах разной экспозиции, которые характеризуются различием почвенного плодородия и увлажнения, является важной задачей для определения комплекса

агротехнических мероприятий, способствующих повышению их продуктивности и уменьшения эрозионных процессов. Биометрические параметры и запас древесины на плантациях в возрасте 5–25 лет приведены в таблице 3.

Таблица 3

Биометрические параметры и продуктивность плантаций на пробных площадях

Характеристика пробных площадей			Таксационные показатели				
Возраст культур, лет	№ ППП	Густота, шт./га	D ₀ , см	D _{1,3} , см	H, м	Объем ствола дерева, м ³	Запас, м ³ /га
1	1	2176	1,6±0,03	1,2±0,03	1,6±0,03	-	-
	2	2000	1,8±0,04	1,5±0,03	1,6±0,03	-	-
	3	2080	1,8±0,03	1,4±0,03	1,6±0,03	-	-
5	1	1456	11,3±0,20	8,3±0,21	7,5±0,10	0,02±0,001	32,2
	2	1568	10,8±0,10	7,6±0,10	6,4±0,08	0,01±0,001	22,9
	3	1680	10,3±0,20	7,1±0,12	6,2±0,08	0,01±0,001	21,7

Характеристика пробных площадей		Таксационные показатели					
7	1	1440	14,4±0,20	10,5±0,20	9,7±0,18	0,05±0,002	65,5
	2	1376	13,5±0,20	9,8±0,19	9,7±0,20	0,04±0,002	54,7
	3	1488	13,0±0,10	9,2±0,14	8,0±0,16	0,03±0,002	42,8
10	1	1312	16,9±0,20	12,7±0,20	11,0±0,21	0,07±0,004	96,1
	2	1360	17,4±0,30	13,2±0,20	12,5±0,19	0,09±0,005	124,4
	3	1424	17,5±0,30	13,6±0,30	12,2±0,22	0,10±0,005	137,6
13	1	1168	19,0±0,60	14,6±0,40	13,7±0,41	0,14±0,011	160,9
	2	1040	19,8±0,50	15,6±0,50	14,5±0,35	0,17±0,014	170,6
15	1	880	24,1±0,50	18,3±0,50	17,1±0,40	0,25±0,021	216,6
	2	992	22,4±0,50	16,9±0,40	15,4±0,48	0,20±0,016	195,7
	3	896	23,1±0,60	17,8±0,60	16,8±0,40	0,23±0,018	208,7
20	1	576	30,1±0,80	23,3±0,70	17,8±0,81	0,47±0,038	269,2
	2	480	29,5±1,30	22,6±1,10	20,2±0,54	0,43±0,056	205,6
	3	416	34,8±1,50	24,8±1,20	19,7±0,87	0,55±0,064	227,3

Пробные площади плантаций в возрасте 5 лет расположены на территориях с почвенным покровом ферраллитных красно-желтых почв. Самый высокий запас древесины (32,2 м³/га) – на ППП-1 с наименьшим уклоном местности (8°), так как мощность горизонтов А+В здесь достигает 115 см. Экспозиция склона на этой ППП – северо-восточная, что также благоприятно для роста растений, потому что они получают много солнечного света в утренние часы. На других пробных площадях запас меньше из-за более значительного уклона местности, вызывающего эрозию и уменьшение мощности корнеобитаемого слоя почвы (А+В достигает здесь только средних значений). Кроме того, ЮЗ и З экспозиции склонов на этих пробных площадях менее благоприятны для роста растений из-за меньшей освещенности в утренние часы и перераспределения влаги из-за более сильного прогревания почвы.

В 7-летних плантациях наибольший запас определен также на ППП-1 с наименьшим уклоном (6°), где сводится к минимуму эрозия почвы. Хотя почвенный покров на этом участке представлен менее плодородными коричнево-красными почвами, мощность горизонтов А+В достигает больших величин – 135 см. Кроме того, ППП-1 расположена на склонах

восточной экспозиции, что благоприятно для роста растений. Поскольку крутизна склона на ППП-2 по сравнению с ППП-1 увеличивается незначительно (всего на 4°), то снижение продуктивности плантаций здесь коррелирует с уменьшением плодородия представленных на этой территории красно-желтых почв.

Хотя ППП-3 расположена на плодородных почвах (желто-красная гумусовая почва) с высоким уровнем содержания питательных веществ, но из-за большого уклона, который приводит к сильной эрозии, мощность горизонтов А+В наименьшая (57 см), поэтому запас древесины здесь минимальный. Кроме того, северо-западная экспозиция склона на этом участке (в отличие от склонов других ППП, ориентированных на В и ЮВ) менее благоприятна для роста растений.

Нужно отметить, что разница в запасах древесины между пробными площадями одного возраста и в 5, и в 7 лет достоверна на уровне значимости 0,05 (рис. 1). Это свидетельствует о том, что на рост растений в молодом возрасте орографические факторы и почвенное плодородие корнеобитаемого слоя (А+В) оказывают сильное влияние. Это необходимо учитывать для составления агротехнической схемы на начальных этапах создания плантаций.

Рис. 1. Распределение пробных площадей по значениям среднего объема ствола на плантациях *Manglietia conifera* в возрасте 5 и 7 лет

Рис. 2. Распределение пробных площадей по значениям среднего объема ствола на плантациях *Manglietia conifera* в возрасте 10 и 20 лет

В возрасте 10 лет наибольший запас древесины (137,6 м³/га) отмечен для ППП-3 с самым большим уклоном местности (25°), а наименьший запас (96,1 м³/га) — на ППП-1 с

наименьшим уклоном (14°). Несмотря на выраженную эрозию почв (мощность горизонта А+В снижается до минимальной величины в 74 см), желто-красная гумусная почва, с боль-

шим количеством питательных веществ, обеспечивает растениям условия для максимального накопления запаса древесины. Кроме того, экспозиция склона на ППП-3 северо-восточная, что также наиболее благоприятно для роста растений. ППП-1 расположена на участках с небольшим уклоном местности, мощность корнеобитаемого слоя А+В достигает 93 см, но коричнево-красные почвы имеют среднее содержание питательных веществ, экспозиция склона — западная, что суммарно не обеспечивает хороший рост деревьев. Различия в запасах древесины на пробных площадях тоже статистически достоверны (рис. 2), однако наибольшая величина запаса на пробной площади с богатыми желто-красными гумусными почвами свидетельствует об определяющем влиянии почвенного плодородия над орографическими факторами.

Пробные площади плантаций в возрасте 13 лет расположены на почвах двух типов: коричнево-красной и желто-красной гумусовой. Запас древесины оказался наибольшим на территориях с большей крутизной склона, несмотря на меньшую мощность корнеобитаемого слоя почвы. Однако различия в запасах древесины между пробными площадями, начиная с этого возраста, статистически не достоверны, и можно говорить лишь об определенных тенденциях. Таким образом, в этом случае тип почвы также оказался преобладающим фактором для обеспечения продуктивности растений. Положительную роль сыграло и более благоприятное расположение пробной площади с наибольшим уклоном местности на склонах СВ экспозиции.

С этого возраста на продуктивность плантаций сильное влияние начинает оказывать режим густоты [7]. Жесткая внутривидовая конкуренция при избыточной густоте сводит на нет эффективность других факторов роста, а негативное влияние проявляется тем раньше и сильнее, чем выше их скорость роста. Даже незначительное изменение густоты выращиваемых плантаций, оказывает сильное влияние на биометрические параметры от-

дельных деревьев, их объем ствола и общий запас древесины. Исследования должны быть направлены на поиски оптимальной густоты в определенном возрасте. По нашим данным, в 13 лет — это 1040–1168 шт./га, а к возрасту рубки — 416–576 шт./га (табл. 3).

15-летние плантации расположены в местностях с разными типами почв. На ППП-1 с наименьшим уклоном (13°), мощностью горизонтов А+В красно-желтой почвы 120 см — запас древесины самый высокий (216,6 м³/га), несмотря на СВ экспозицию склонов. На ППП-3, которая находится на более крутых склонах (22°), но на желто-красной гумусной почве со значительной эрозией (мощность А+В = 76 см), с более благоприятной В экспозицией склона, запас древесины примерно такой же (208,7 м³/га), как на ППП-1. Однако он выше, чем на ППП-2 с меньшей крутизной склона, но с почвой, обладающей более низким плодородием.

На плантации 20-летнего возраста (ППП-1), которая находится на территории с наименьшим уклоном местности (11°) наблюдается наибольший запас древесины (269,2 м³/га). Хотя красно-желтые почвы не самые плодородные, но здесь мощность горизонтов А+В достигает 131 см. Кроме того, ППП-1 расположена на склонах СВ экспозиции, в отличие от Ю и ЮЗ для ППП-2 и ППП-3. Запас древесины на ППП-3 достигает 227,3 м³/га, хотя она расположена на самых крутых склонах (26°), и мощность горизонтов А+В почвы составляет всего 70 см, но это самые плодородные желто-красные гумусовые почвы и экспозиция склона ЮЗ в отличие от Ю для ППП-2. Различия в запасах древесины на пробных площадях 20-летнего возраста статистически не достоверны (рис. 2) из-за высокого варьирования показателей. В этом случае можно говорить лишь о тенденциях влияния орографических факторов и плодородия почв на рост и продуктивность деревьев на плантации.

Нужно отметить, что более взрослые насаждения (20 лет) лучше противостоят эрозии

почвы, чем молодые, и поэтому мощность горизонтов А+В почвы на этих участках выше (70 см), чем на более молодых (7-летних) плантациях — 57 см (табл. 1).

У нормально развивающихся деревьев существует закономерное соотношение между текущим и средним приростами, имеющими различные величины в разные периоды жизни дерева. Это связано с биологическими особенностями самих древесных пород, условия-

ми местопроизрастания, роста и развития дерева [11]. Так, на плантациях в тропиках текущий прирост *Manglietia confiera* достигает максимальных величин уже к 10-летнему возрасту деревьев и составляет 21,7 м³/га/год. Возраст количественной спелости, когда средний прирост не изменяется, достигая максимального значения, и становится равен текущему годичному приросту, равен 16 годам (рис. 3).

Рис. 3. Изменение текущего и среднего приростов запаса на плантациях *Manglietia confiera*

Эти закономерности используются для обоснования возраста главной рубки (20 лет) на плантациях *Manglietia confiera* во Вьетнаме, при проведении рубок ухода и других лесохозяйственных мероприятий.

Выводы

По результатам исследований влияния орографических факторов и почвенного плодородия на рост плантации *Manglietia confiera* можно сделать вывод о том, что рост плантаций этой породы зависит от сочетания таких факторов, как:

— тип почвы и ее плодородие, которые определяются высотой над уровнем моря;

— крутизна склонов, которая определяет степень эродированности почв и мощность горизонтов А+В почвы;

— экспозиция склона, которая создает наиболее благоприятные условия для роста растений через солнечное освещение и перераспределение осадков.

Эти факторы оказывают суммарное воздействие на рост и развитие плантаций и тесно связаны друг с другом; при этом определяющим является тип почвы. Плантации, заложенные на желто-красных гумусных почвах, могут иметь наибольшую продуктивность, однако орографические факторы через ухудшение экологических условий произра-

стания растений и особенно крутизна склона — через увеличение эродированности почв — могут значительно снизить этот потенциал.

Наибольшее влияние уклона местности на рост *Manglietia conifera* происходит из-за изменения мощности корнеобитаемых горизонтов А+В почвы. Даже на плодородной желто-красной гумусной почве при ее сильной эродированности невозможно получить высокую продуктивность плантаций. На более пологих участках мощность этих горизонтов из-за меньшей плоскостной эрозии почвы

более значительна, и они обладают большей водоудерживающей способностью, несмотря на излишнее прогревание почвы на склонах южных экспозиций.

Влияние орографических факторов и почвенного плодородия особенно сильно сказывается на темпах роста плантаций на начальных этапах их выращивания, что необходимо учитывать при разработке приемов обработки почвы и агротехнических уходов. В дальнейшем определяющим фактором продуктивности созданных насаждений становится достижение оптимальной густоты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Автономов, А.Н. Рост культур сосны обыкновенной на склонах разной экспозиции / А.Н. Автономов, Г.Н. Артемьева // Известия Самарского НЦ РАН, 2012. — Том 14, № 1 (18). — С. 1946–1949.
2. Бегайкин, С.В. Плодородие почвы и урожайность зерновых культур на склонах Алтайского Приобья: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Бегайкин Сергей Владимирович. — Барнаул, Алтайский ГАУ, 2004. — 21 с.
3. Бондаренко, А.С. Статистическая обработка материалов лесоводственных исследований: учеб. пособие / А.С. Бондаренко, А.В. Жигунов. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2016. — 125 с.
4. Дао Тхи Тху Ха. Использование быстрорастущих древесных пород для создания лесосырьевых плантаций во Вьетнаме / Дао Тхи Тху Ха // Леса России: политика, промышленность, наука, образование: Материалы междунар. научно-технич. конф. СПб.: СПбГЛТУ, 2017. — Том 1. — С. 11–13.
5. Деградация и охрана почв / Под общей ред. акад. РАН Г.В. Добровольского — М.: Изд-во МГУ, 2002. — 654 с.
6. Лучков, П.Г. Плодоводство на мелиорированных землях / П.Г. Лучков, Р.Х. Кудяев, А.Р. Расулов, Ж.Х. Бакуев, М.М. Калмыков // Допущено Минсельхозом России в качестве учебного пособия для студентов ВУЗов, обучающихся по агрономическим специальностям: Нальчик, Изд-во КБГСХА, 2004. — 185 с.
7. Мартынов, А.Н. Густота культур хвойных пород и её значение (обзор) / А.Н. Мартынов. — М.: ЦБНТИ-лесресурс, 1974. — 60 с.
8. Нгуен Ван Лок. Лесопромышленный комплекс Вьетнама в системе мирохозяйственных связей: современное состояние и тенденции развития: Автореф. дис. ... канд. экон. наук / Нгуен Ван Лок. — СПб.: СПбГЛТУ, 2016. — 21 с.
9. Нгуен Ван Тхань. Рост и продуктивность гевеи бразильской на каучуконосных плантациях во Вьетнаме / Нгуен Ван Тхань, А.В. Жигунов, А.С. Бондаренко / Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии, 2018. — Вып. 224. — С. 193–210.
10. Нгуен Тхи Нян. Лесной сектор и «новая индустриализация» в Социалистической Республике Вьетнам / Нгуен Тхи Нян // Управленческое консультирование. — 2017. — № 12. — С. 211–217.
11. Никифорчин, И.В. Таксация леса: учеб. пособие / И.В. Никифорчин, Л.С. Ветров, С.В. Вавилов. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. — 240 с.

12. Редько, Г.И. Лесные культуры в тропических и субтропических странах: учебное пособие / Г.И. Редько. – Л.: ЛТА, 1988. – 180 с.
13. Фам Тхе Зунг. Агротехника создания плантационных культур тектоны (*Tectona grandis* L.) на красно-бурой и светло-красной ферраллитной почве плато Кенго Вьетнама: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Фам Тхе Зунг. – Воронеж, 1990. – 20 с.
14. Шутов, И.В. О производстве древесины на лесосырьевых плантациях / И.В. Шутов, А.В. Жигунов // Лесное хозяйство. – 2008. – № 4. – С. 31–33.
15. Le Mong Chan. Forest plants / Le Mong Chan, Le Thi Huyen. – Hanoi: Vietnam Forestry University, 2000. – 258 p.
16. Vo Van Hong. Forestry handbook: Forest growth / Vo Van Hong, Tran Van Hung. / Hanoi: Vietnam Forestry University, 2006. – 55 p.

REFERENCES

1. Avtonomov A.N., Artem'ev, G.N., Growth of Scots pine on the slopes of different environmental exposures, *Izvestiya Samarskogo NTs RAN*, 2012, vol. 14, no. 1 (18), pp. 1946–1949. (In Russian)
2. Begaikin S.V. Soil fertility and grain yield on the slopes of the Altai Priob'e: Cand. Sci. Dissertation, Barnaul, 2004, 21 p. (In Russian)
3. Bondarenko A.S., Zhigunov A.V. Statisticheskaya obrabotka materialov lesovodstvennykh issledovaniy: *uchebnoe posobie* (Statistical Processing of Forestry Research Materials: Tutorial), St. Petersburg: Izdatel'stvo Politekh. universiteta, 2016, 125 p. (In Russian)
4. Dao Tkhi Tkhu Kha. The use of fast-growing tree species for the establishment of forest plantations in Vietnam. In: *Les Rossii: Materialy mezhdunarodnoi nauchno-tekh. konferentsii* (Forests of Russia: Politics, Industry, Science, Education: Materials of the International. Scientific and Tech. Conf.), St. Petersburg, SPbGLTU, 2017, vol. 1, pp. 11–13. (In Russian)
5. *Degradatsiya i okhrana pochv* (Soil Degradation and Conservation), Chief ed. G.V. Dobrovol'sky. Moscow, MGU, 654 p. (In Russian)
6. Luchkov P.G., R.Kh. Kudayev, A.R. Rasulov, Zh.Kh. Bakuyev, M.M. Kalmykov Plodovodstvo na meliorirovannykh zemlyakh (Fruit Farming on Reclaimed Land), Nal'chik, 2004, 185 p. (In Russian)
7. Martynov A.N. Gustota kul'tur khvoinykh porod i ee znachenie (obzor). [Density of Coniferous Crops and its Significance (Review)], Moscow, 1974, 60 p. (In Russian)
8. Nguyen Van Lok, Vietnam's timber industry complex in the system of world economic relations: Current state and trends for the future development: Cand. Sci. Dissertation, St. Petersburg, SPbGLTU, 2016. (In Russian)
9. Nguyen Van Tkhun', Zhigunov A.V., Bondarenko A.S. Growth and productivity of Brazilian hevea on rubber plantations in Vietnam. *Izvestiya Sankt-Petersburgskoi lesotekhnicheskoi akademii*, St. Petersburg, 2018, no. 224, pp. 193–210. (In Russian)
10. Nguyen Tkhi Nyan, The forest sector and the "new industrialization" in the Socialist Republic of Vietnam. *Upravlencheskoe konsul'tirovanie*, 2017, no. 12, pp. 211–217.
11. Nikiforchin I.V., Vetrov L.S., Vavilov S.V. Taksatsiya lesa: *ucheb. posobie* (Forest Taxation: Tutorial). St. Petersburg, 2011, 240 p. (In Russian)
12. Red'ko G.I. Lesnye kul'tury v tropicheskikh i subtropicheskikh stranakh: *ucheb. posobie*. (Forest cultures in tropical and subtropical countries: Tutorial), Leningrad, LTA, 1988, 180 p. (In Russian)

13. Pham Tkhi Zung. Agricultural methods for the establishment of teak plantations (*Tectona grandis* L.) on red-and-brown and light red ferrallitic soil of the Vietnam Kenogo Plateau: Cand. Sci. Dissertation, Voronezh, 1990, 20 p. (In Russian)
14. Shutov I.V., Zhigunov A.V. On the production of wood on forest plantations. *Lesnoe khozyaistvo*, 2008, no. 4, pp. 31–33. (In Russian)
15. Le Mong Chan, Le Thi Huyen, Forest plants. Hanoi: Vietnam Forestry University, 2000, 258 p.
16. Vo Van Hong, Tran Van Hung. Forestry handbook: Forest growth, Hanoi: Vietnam Forestry University, 2006, 55 p.

Статья поступила в редакцию 27.02.2019