

II. ЛЕСОВОДСТВО И ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ЕЛИ В ПОДПОЛОГОВОЙ КУЛЬТУРЕ

Ю. Д. СИРОТКИН, А. Н. ПРАХОДСКИЙ

(Белорусский технологический институт им. С. М. Кирова)

За последнее время появилось значительное количество публикаций, посвященных изучению первичной биологической продуктивности лесов. Нет необходимости анализировать эти исследования, ибо они достаточно полно освещены в некоторых обзорных работах (А. И. Уткин, 1969, 1970 и др.). Следует отметить, что в большинстве случаев исследования проводились в высоковозрастных лесных насаждениях (В. И. Кравченко, 1963; А. И. Уткин, Н. В. Дылис, 1966; Л. К. Поздняков, 1967; В. В. Ильинский, 1968 и др.) или открытых молодняках (А. Л. Паршевников, 1962; Н. П. Поликарпов, 1962; В. П. Тимофеев, 1970 и др.). Накопление биологической массы молодыми культурами, созданными под пологом леса с целью повышения общей продуктивности насаждения, в нашей стране не изучалось.

Исследование биологической продуктивности подпологовых культур имеет непосредственное практическое значение для лесоводства. Это создает предпосылки для решения проблемы управления продуктивностью и создания фитоценозов, более полно использующих почвенное плодородие и солнечную энергию.

Наши исследования проводились в культурах ели, произрастающих под пологом древостоя сосны обыкновенной II класса возраста (Негорельский учебно-опытный лесхоз, кв. 167). Тип леса — сосняк чернично-мшистый; почва дерново-подзолистая, слабоподзоленная, развивающаяся на супеси легкой песчанистой, подстилаемой песком связным, а ниже песком рыхлым.

Летом 1959 г. на участке соснового насаждения, в котором не проводились рубки ухода, были заложены три стационарные пробные площади. При этом древостой сосны на первом стационаре был оставлен без изменений, а на двух других (стационары 2 и 3) с целью изменения сомкнутости крон полога произведено равномерное извержение различной интенсивности. Каждый стационар был в свою очередь разбит на три секции (А, Б, В).

Весною следующего года на стационарах созданы опытные подпологовые культуры ели обыкновенной посевом (секция А), посадкой сеянцев 2-летнего возраста (секция Б) и посадкой крупномерного посадочного материала (секция В).

Шишки для получения семян заготавливались в близрасположенных ельниках, сеянцы выращены в местном питомнике. В качестве крупномерного посадочного материала использовались дички ели (высотой 30—50 см), произрастающие под пологом окружающего насаждения.

Таблица 1

Запас фитомассы в подполовых и открытых культурах ели обыкновенной

Стадионар	Полнота	Средняя высота, см	Абсолютно сухой вес фитомассы, кг/га (числитель), % (знаменатель)									
			надземная часть									
средний диаметр (у корневой шейки), мм			ствольники	побег одлолетки	побеги 2 и старше лет	сухие сучья	однолетняя хвоя	хвоя 2 и старше лет	весов	древесные корни	всего для древостоя	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<i>Посев ели (секция А)</i>												
1	1,1 0,90	10,2 1,5	0,12 36,4	0,01 3,0	0,02 6,0	0,01 3,0	0,04 12,2	0,09 27,3	0,29 87,9	0,04 12,1	0,33 100	
2	1,0 0,81	12,7 2,8	0,27 26,0	0,04 3,8	0,15 14,4	0,01 1,0	0,16 15,4	0,21 20,2	0,84 80,8	0,20 19,2	1,04 100	
3	0,7 0,65	14,7 3,0	1,00 28,1	0,08 2,2	0,24 6,7	0,03 0,8	0,62 17,4	1,05 29,6	3,02 84,8	0,54 15,2	3,56 100	
4	поляна	52,0 16,0	70,49 20,7	20,60 6,2	39,78 11,7	2,86 0,8	72,92 21,4	60,63 17,8	267,28 78,6	72,85 21,4	340,13 100	
<i>Посадка ели сеянцами 2-летнего возраста (секция Б)</i>												
1	1,1 0,90	21,8 3,6	1,61 30,4	0,08 1,5	0,53 10,0	0,13 2,5	0,40 7,6	1,27 24,0	4,02 76,0	1,27 24,0	5,29 100	
2	1,0 0,81	28,4 6,1	10,02 20,8	0,85 1,8	7,36 15,3	1,09 2,3	4,88 10,2	15,21 31,6	39,41 82,0	8,67 18,0	48,08 100	

Продолжение табл. I

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	0,7	29,8	13,24	2,58	12,77	1,24	11,44	22,19	63,46	14,17	77,63
	0,65	6,4	17,1	3,3	16,4	1,6	14,7	28,6	81,7	18,3	100
4	поляна	91,5	389,27	70,11	255,27	6,25	294,71	510,71	1526,32	381,46	1907,78
		28,0	21,4	3,7	13,4	0,3	15,4	26,8	80,0	20,0	100

Посадка ели крупномерным посадочным материалом (секция В)

1	1,1	51,6	44,30	4,12	41,59	11,08	15,74	52,55	169,38	43,32	212,70
	0,90	12,0	20,8	1,9	19,6	5,2	7,4	24,7	79,6	20,4	100
2	1,0	60,5	98,32	5,46	63,28	36,56	19,84	88,98	312,44	83,50	395,94
	0,81	13,0	24,8	1,4	16,0	9,2	5,0	22,5	78,9	21,1	100
3	0,7	63,9	155,97	28,14	161,99	18,32	100,79	241,19	706,40	143,62	850,02
	0,65	18,0	18,3	3,3	19,0	2,2	11,9	28,4	83,1	16,9	100
4	поляна	195,2	1531,31	283,10	1252,50	38,33	957,16	1402,21	5464,61	1136,63	6601,24
		40,0	23,2	4,3	19,0	0,6	14,5	21,2	82,8	17,2	100

Ряды подпологовых культур расположены в междурядьях культур сосны. Размещение посадочных мест ели $1,5 \times 1,0$ м.

Для сравнения на поляне, находящейся недалеко от участка подпологовых культур, заложены открытые культуры ели (стационар 4).

Краткая современная таксационная характеристика опытных культур ели следующая. Стационар 1: секция А—высота 10,2 см, диаметр 1,1 мм; секция Б—высота 22,1 см, диаметр 2,1 мм; секция В—высота 51,1 см, диаметр 9,5 мм. Стационар 2: секция А—высота 12,9 см, диаметр 1,8 мм; секция Б—высота 28,9 см, диаметр 4,0 мм; секция В—высота 60,5 см, диаметр 11,4 мм. Стационар 3: секция А—высота 14,6 см, диаметр 2,1 мм; секция Б—высота 28,9 см, диаметр 4,0 мм; секция В—высота 60,5 см, диаметр 13,7 мм. Стационар 4: секция А—высота 52,3 см, диаметр 8,9 мм; секция Б—высота 92,0 см, диаметр 34,4 мм. (Более подробно лесоводственная характеристика этих опытных культур дана нами ранее; Сироткин, Праходский, 1970.)

Исследования показали, что в процессе роста и развития у подпологовых культур с увеличением сомкнутости крон верхнего яруса увеличивается естественный отпад, уменьшается сохранность, продолжительность и энергия роста надземных органов в течение вегетационного сезона и падает прирост в высоту и по диаметру, причем у культур, созданных посевом, это проявляется раньше и выражено более резко, чем при посадке сеянцами и крупномерными растениями.

В основу исследований биологической продуктивности были положены методические руководства А. Я. Орлова (1955), А. А. Молчанова и В. В. Смирнова (1967) и др. Для определения фитомассы в подпологовых культурах ели в конце вегетационного сезона (октябрь) 1968 г. были взяты средние модельные деревца (36 шт.), которые отбирались по высоте, диаметру корневой шейки, протяженности и глубине кроны, густоте охвоения. Модельные деревца осторожно выкапывались, отмывались корни и взвешивались в сыром и абсолютно сухом состоянии. При этом у каждого растения учитывали вес хвои, живых и мертвых ветвей, стволика и корней.

В момент исследования наибольшими запасами фитомассы отличаются культуры ели, созданные крупномерным посадочным материалом (табл. 1), несколько ниже запас в культурах при посадке 2-летними сеянцами и самый малый — в посевах (особенно подпологовых культур). Так, общий абсолютный сухой вес фитомассы в открытых культурах, созданных посевом, в 3,5 раза меньше, чем при посадке сеянцами, и в 19,4 раза меньше, чем в культурах, созданных крупномерным посадочным материалом (стационар 4). Еще большая разница этих показателей наблюдается у подпологовых культур ели. Подпологовые культуры (стационар 3), произрастающие на секции В, накопили органической массы в 11 раз больше, чем культуры, растущие на секции Б, и в 239 раз больше, чем культуры на секции А. Примерно такая же закономерность продуцирования биомассы обнаружена и на других стационарах.

Деревца ели подпологовых культур в посевах по своей общей и стволовой массе по сравнению с деревьями в посадках составляют очень небольшую величину, а их роль в накоплении растительной массы ничтожна. На этой секции (А) наблюдается и самый большой естественный отпад культур. Поэтому создавать подпологовые культуры посевом с целью повышения общей продуктивности насаждений видимо нецелесообразно.

Наблюдения в подпологовых культурах ели (см. табл. 1) позволили

проследить за изменениями накопления фитомассы и в зависимости от сомкнутости крон соснового древостоя.

Наибольшей общей растительной массой характеризуются открытые культуры ели. Так, на секции А она равна 340, на секции Б—1908 и на секции В — 6601 кг/га.

Развиваясь в условиях постоянной и напряженной конкуренции взрослых деревьев сосны и специфического фитолимата, подпологовые культуры ели снижают темпы роста и формирования вегетативных органов, и, следовательно, фитомасса этих культур значительно ниже, чем открытых. Результаты наших исследований (Сироткин, Праходский, 1970, а) показали, что к возрасту спелости подпологовые культуры ели повышают общую продуктивность смешанного сосново-елового фитоценоза на 38,7—41,7%.

Независимо от способа создания культур более мощно развиты как надземные, так и подземные вегетативные органы ели под пологом сосняка с сомкнутостью крон 0,65 (стационар 3). По продуцированию растительной массы они значительно превосходят культуры ели, созданные под пологом более высокой сомкнутости (стационар 1). Если общий вес надземной части подпологовых культур, посаженных сеянцами 2-летнего возраста на стационаре 3, принять за 100%, то на стационаре 2 он составит 62,1%, а на стационаре 1—только 6,3%. Если же средние показатели веса стволиков, веса живых ветвей и веса хвои подпологовых культур, созданных посадкой сеянцев на том же стационаре, принять за 100%, то соответственно для культур, произрастающих на стационаре 2, они будут 76,54, 60%, а на стационаре 1—12,4, 5%. С повышением сомкнутости крон сосняка всего на 0,16 (с 0,65 до 0,81) вес стволовой массы ели в культурах, выращенных из сеянцев, снижается на 24%, вес живых ветвей—на 46, а хвои—на 40%. В сосняке с сомкнутостью 0,90 эти показатели еще более снижаются. То же самое можно сказать и о подпологовых культурах ели, созданных посевом и посадкой саженцев.

Сравнивая соотношение фитомассы стволиков, ветвей, сучьев и хвои, мы видим, что с увеличением сомкнутости крон сосновых культур (а в данном случае и их полноты) процентное весовое участие хвои и живых ветвей падает, а стволов и сучьев, наоборот, повышается. Так, на стационаре 3 (секция Б) хвоя и ветви составляют 63% веса общей растительной массы, стволы и сучья—18,7%. На стационаре 2 эти показатели составляют соответственно 58,9 и 23,1%, на стационаре 1—43,1 и 32,9%. Подобное изменение соотношения между массой стволиков, ветвей, сучьев и хвои (с незначительными отклонениями) наблюдается у культур ели, произрастающих на секциях А и В. Если сравнить соотношение надземных частей подпологовых и открытых культур ели, то в процентном выражении близки к открытым культурам культуры ели стационара 3, они как бы копируют накопление органической массы вегетативными органами открытых культур. Следует сказать, что деревья ели как в открытых, так и подпологовых культурах на стационаре 3 (секция В) отличаются более компактной островершинной кроной, в то время как на стационарах 1 и 2 ель образует рыхлую зонтикообразную форму кроны. Крайне угнетенные деревья ели формируются под пологом наибольшей сомкнутости (стационар 1). Для этих растений характерно периодическое отмирание терминальной почки главной оси и образование замещающих побегов. Нераскрывание верхушечных почек часто приводит к отмиранию растений.

При раскопке корневых систем обнаружилось, что основная масса проводящих корней и сосущих корневых окончаний растений ели распо-

ложена в верхнем горизонте почвы (0—10 см), причем у деревьев, растущих под пологом сосны, большая половина корней размещается в пределах перегнойно-аккумулятивного горизонта и нижней части подстилки. Глубже всех (15—55 см) распространяются корни ели, растущей вне влияния полога соснового древостоя (табл. 2). У подпологовых культур

Таблица 2

Характеристика подземных органов ели в открытой и подпологовой культуре и индекс листовой поверхности

Стационар	Глубина распространения корней, см	Абсолютно сухой вес корней, кг/га (числитель), % (знаменатель)			Длина корней среднего модельного дерева, см (числитель), % (знаменатель)			Индекс листовой поверхности, га/га
		крупные	мелкие	всего	крупные	мелкие	всего	
<i>Секция А</i>								
1	7,1	0,03	0,01	0,04	1,6	30,8	32,4	0,0005
		75,0	25,0	100	4,9	95,1	100	
2	7,4	0,12	0,08	0,20	3,1	54,5	57,6	0,0012
		60,0	40,0	100	5,4	94,6	100	
3	10,6	0,30	0,24	0,54	4,0	57,6	61,6	0,0035
		55,6	44,4	100	6,5	93,5	100	
4	15,3	59,17	13,68	72,85	310,7	2352,2	2662,9	0,2357
		81,2	18,8	100	11,6	88,4	100	
<i>Секция Б</i>								
1	9,8	0,54	0,73	1,27	7,0	158,3	165,3	0,0044
		42,5	57,4	100	4,2	95,8	100	
2	18,5	6,44	2,23	8,67	27,1	239,9	267,0	0,0597
		74,3	25,7	100	10,1	89,9	100	
3	30,7	11,42	2,75	14,17	90,2	276,1	366,3	0,0688
		80,6	19,4	100	24,6	75,4	100	
4	29,8	338,86	42,60	381,46	1044,2	2085,4	3129,6	0,6358
		88,8	11,2	100	33,3	66,7	100	
<i>Секция В</i>								
1	40,2	38,16	5,16	43,32	228,4	638,8	867,2	0,1402
		88,1	11,9	100	26,3	73,7	100	
2	39,8	74,94	8,56	83,50	254,6	629,8	884,4	0,2549
		89,7	10,3	100	28,8	71,2	100	
3	48,6	128,04	15,58	143,62	388,1	821,4	1209,5	0,6320
		89,2	10,8	100	32,1	67,9	100	
4	55,3	1058,77	77,89	1136,63	1928,8	5192,7	7121,5	1,9853
		93,1	6,9	100	27,1	72,9	100	

с уменьшением сомкнутости верхнего полога увеличивается глубина проникновения корневых систем. Так, на стационаре 3 (секция А) корни растений ели распространены в почве на 3,5 см глубже, чем на стационаре 1; на секции Б—на 20,9 см и на секции В—на 8,4 см. Общая длина корней среднего модельного дерева на стационаре 2 в 1,6 раза, а на стационаре 3 в 2,2 раза больше, чем на стационаре 1 (секция Б). Это говорит о том, что конкурентное влияние древостоя сосны тормозит развитие корневых систем подпологовых культур ели, а следовательно, вызывает сокращение общего веса корней. Весовой анализ показывает, что корни от-

личаются значительным содержанием органической массы, составляющей от 12,1 до 24% общей фитомассы культур.

Наиболее развитую корневую систему имеют сеянцы ели под пологом сомкнутостью 0,65, где абсолютно сухой вес корней, приходящийся на одно растение, составляет 2,5 г (стационар 3, секция Б), что в 1,4 раза больше, чем на стационаре 2, и в 7,3 раза больше, чем на стационаре 1.

Отношение веса подземной части к весу надземной (0,18; 0,22 и 0,20) также показывает, что условия для роста подпологовых культур более благоприятны на стационаре 3 (сомкнутость 0,65), там меньшее количество корней питает большую надземную массу.

Результаты сравнения подземных частей деревьев ели подпологовых культур в различных вариантах опыта говорят о специфическом влиянии древостоя сосны на рост и развитие корней, глубину их проникновения в почву и накопление ими растительной массы.

По мнению многих исследователей (Watson, Witts, 1959; Watson, French, 1962; Rees, 1963 и др.), основным критерием потенциальных возможностей растений в накоплении органического вещества, а следовательно, и биологической продуктивности, является площадь листовой поверхности. Поэтому для сравнения площади листьев у исследуемых открытых и подпологовых культур ели обыкновенной был определен листовой индекс, т. е. общая площадь хвои на единицу территории. Максимальный индекс листовой поверхности (1,985 га/га) имеют открытые культуры ели, созданные посадкой крупномерного посадочного материала, отличающиеся высоким общим запасом фитомассы.

У подпологовых культур ели изменение величины листового индекса в сторону увеличения происходит с уменьшением сомкнутости полога древостоя сосны. Самый высокий (до 0,632 га/га) индекс листовой поверхности у культур ели, произрастающих под пологом сосны, сомкнутостью 0,65. Ель, растущая вне влияния сосны и под ее пологом при сомкнутости 0,65, имеет более крупную по размерам и более тяжелую по весу хвою.

Итак, наиболее успешно растут и накапливают биологическую массу подпологовые культуры ели, созданные посадкой крупномерного посадочного материала в сосновом насаждении с сомкнутостью полога 0,65.

ЛИТЕРАТУРА

- Ильинский В. В. 1968. Биомасса сосны в насаждениях различных бонитетов. «Лесное хозяйство», № 3. Кравченко В. И. 1963. Количественные соотношения между надземными и подземными органами в 70-летнем ельнике-кисличнике. Ботанич. ж., № 1. Молчанов А. А., Смирнов В. В. 1967. Методика изучения прироста древесных растений М. Орлов А. Я. 1955. К методике количественного определения сосущих корней древесных пород в почве. Бюл. МОИП. Отд. биол., т. 60, вып. 3. Поздняков Л. К. 1967. Элементы биологической продуктивности светлохвойных лесов Якутии. «Лесоведение», № 6. Шаршевников А. Л. 1962. Круговорот азота и зольных элементов в связи со сменой пород в лесах средней тайги. Тр. Ин-та леса и древесины СО АН СССР, т. 52. М.—Л. Шолкарпов Н. П. 1962. Формирование сосновых молодняков на концентрированных вырубках. М. Сироткин Ю. Д., Праходский А. Н. 1970. Опытные подпологовые культуры ели обыкновенной. Мат. науч.-техн. конф. по итогам науч. работ 1969 г. Минск. Подпологовые культуры ели в сосняках разного возраста. Лесной ж., № 2. Тимофеев В. П. 1970. Продуктивность лесных насаждений в молодом возрасте. «Лесоведение», № 6. Уткин А. И., Дылис Н. В. 1966. Изучение вертикального распределения фитомассы в лесных биогеоценозах. Бюл. МОИП. Отд. биол., т. 71, вып. 6. Уткин А. И. 1969. Основные направления в исследованиях по биологической продуктивности лесных фитоценозов за рубежом. «Лесоведение», № 1; 1970. Исследования по первичной биологической продуктивности лесов СССР. «Лесоведение», № 3. Watson D. I., Witts K. I. 1959. The net-assimilation rates of wild and cultivated beets. Ann. Bot., n. s., 23, N. 91. Watson D. I., French S. A. 1962. An attempt to increase yield by controlling leaf-area-index. Ann. Appl. Biol., 50, N. 1. Rees A. R. 1963. An analysis of growth of oil palms under nursery conditions. Ann. Bot., n. s., 27, N. 108.