

УДК 630*23: 630*561

М.В. Рубцов, А.А. Дерюгин

Рубцов Михаил Владимирович родился в 1937 г., окончил в 1959 г. Московский лесотехнический институт, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий лабораторией лесоводства Института лесоведения РАН, член-корреспондент РАСХН. Имеет 135 научных работ в области лесоведения и лесоводства.



Дерюгин Анатолий Александрович родился в 1945 г., окончил в 1968 г. Московский лесотехнический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории лесоводства Института лесоведения РАН. Имеет 39 научных работ в области лесоведения и лесоводства.



РОСТ ЕЛИ ПОД ПОЛОГОМ ЮЖНО-ТАЕЖНЫХ БЕ- РЕЗНЯКОВ И ПОСЛЕ РУБКИ ИХ С СОХРАНЕНИЕМ ПОДРОСТА *

Дан сравнительный анализ роста ели под пологом березняков и на вырубках с сохраненным еловым подростом. Установлено существенное влияние высоты деревьев в год рубки березы на текущий прирост ели. Показана эффективность влияния рубки березы на рост и продуктивность популяции ели.

Ключевые слова: подрост ели, рост под пологом березняков и на вырубках.

В таежной зоне на значительной территории лесного фонда после рубок ельников и пожаров сформировались лиственные древостои (преимущественно березняки). Их замена хвойными является одной из важнейших задач лесного хозяйства. Под пологом многих лиственных древостоев имеется подрост ели, который является ценным резервом для восстановления ельников. Например, в южной тайге площадь спелых и перестойных березняков с еловым подростом густотой более 3 тыс. экз./га в среднем составляет 75 % [4]. Смена березняков ельниками может происходить естественным путем (в ходе демутиационного процесса) или в результате рубки березы с сохранением предварительного возобновления ели. Естественная смена – процесс столь длительный, что станет невозможным без применения специальных восстановительных мер [2]. Рубка лиственных древостоев с сохранением подпологовой ели существенно сокращает время и затраты на восстановление ельников [5].

В оценке эффективности таких рубок важная роль принадлежит стационарным исследованиям формирования и роста популяции ели под пологом и после рубки березняков с сохранением подростом. Такие исследования проводятся лабораторией лесоводства Института лесоведения РАН на Северной ЛОС, расположенной на территории Рыбинского лесхоза Ярослав-

2*

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (05-04-48614).

ской области. Здесь в 1978 – 1979 гг. под руководством проф. А.Я. Орлова были выполнены опытные рубки древостоев березы с сохранением подроста и второго яруса ели в наиболее распространенных в южной тайге березняках кислично-черничных [3]. Использована узкопосечная технология, ширина пазов 30 м, волоков 5 м. Сучья обрубали на месте валки деревьев, хлысты трелевали за вершину без захода трактора на пазеки.

В 1999–2001 гг. для изучения роста ели, сохранившейся на вырубках, а также в березняках с подростом и вторым ярусом ели (контроль) заложены пробные площади (две на вырубках, три в березняках). На пробных площадях срубали все деревья ели (на вырубках – 277, под пологом березняков – 396). Для анализа хода роста деревьев на определенной высоте у них выпиливали «диски»: до высоты 1,3 м – через 0,25 м, выше – через 0,5 или 1,0 м в зависимости от текущего прироста ели в высоту. Их обрабатывали по принятой в таксации методике [1]. Показатели роста каждого дерева определяли по пятилетним возрастным интервалам и заносили в электронную базу данных. Результаты измерений обрабатывали по специальной программе.

Показатели роста деревьев в популяциях ели на вырубках и под пологом березняков сопоставляли по одинаковым календарным периодам, установленным относительно года рубки березы на опытных объектах: в целом до и за 20 лет после рубки березы (1979 – 1998 гг.); по 5-летним периодам – до рубки (1974 – 1978 гг.), а также после рубки березы (1979 – 1983, 1984 – 1988 и т. д.).

Через 20 лет после рубки березы с сохранением елового подроста на опытных пробных площадях (ПП) сформировались сомкнутые древостои с преобладанием ели в составе (табл. 1). Ее густота на пробных площадях

Таблица 1

Таксационная характеристика древостоев в год закладки пробных площадей (1999 – 2001 гг.)

№ ПП	Ярус древостоя	Состав	Густота, тыс. экз./га	Средние			G, м ² /га	M, м ³ /га	Полнота	Класс бонитета
				A, лет	H, м	D, см				
Вырубки										
23	1	92Е	3,75	39	8,6	8,4	25,52	150	1,12	IV
		70с	0,23	20	10,2	7,9	1,32	11	0,07	Ia
		1Б	0,06	20	11,2	7,3	0,38	3	0,02	Ia
		Итого	4,04	38	8,7	8,4	28,22	164	1,21	–
26	3	10Е	1,61	25	1,8	–	–	–	–	Va
	1	91Б	0,26	70	26,2	20,6	8,44	150	0,28	Ia
		50с	0,07	70	19,5	13,0	0,86	8	0,03	I
		4Е	0,07	85	19,2	23,1	0,68	6	0,02	III
	Итого	0,40	75	23,8	19,7	9,98	164	0,33	–	
	2	91Е	1,82	45	11,7	11,0	18,60	127	0,64	III
		80с	0,34	25	12,6	7,4	1,56	11	0,07	I
1Б		0,03	25	9,8	5,8	0,14	1	0,01	I	
Итого	2,19	42	11,8	10,4	20,30	139	0,72	–		
3	10Е	2,07	25	2,0	–	–	–	–	Va	

		Березняки										
4	1	97Б	0,69	71	28,1	22,9	28,45	338	0,90	Ia		
		30с	0,03	71	27,1	19,6	0,96	11	0,04	Ia		
		Итого	0,72	71	28,0	22,8	29,31	348	0,94	–		
	2	26Е	0,24	44	8,8	9,2	1,59	8	0,07	IV		
		74Б	0,27	59	15,2	11,8	2,98	22	0,14	III		
		Итого	0,51	52	12,2	10,6	4,57	30	0,21	–		
9	3	10Е	2,66	38	4,0	–	–	–	–	Va		
		1	73Б	0,35	83	31,2	26,4	19,27	250	0,56	Ia	
			270с	0,08	85	33,1	32,0	6,44	91	0,14	Ia	
	Итого	0,43	83	31,6	27,4	25,71	361	0,70	–			
		24	1	10Е	1,47	66	10,9	10,5	12,70	73	0,57	V
				10Е	0,14	54	4,3	–	–	–	–	Va
	2	59Б	0,31	65	27,1	23,8	13,57	169	0,44	Ia		
		410с	0,10	65	30,2	33,9	8,61	116	0,21	Ia		
		Итого	0,41	65	27,8	26,3	22,18	285	0,65	–		
	3	77Е	0,52	49	10,8	11,4	5,32	34	0,21	IV		
		23Б	0,11	50	15,8	11,5	1,14	10	0,05	II		
		Итого	0,63	49	11,7	11,4	6,46	44	0,26	–		
	3	10Е	4,41	36	5,6	–	–	–	–	V		

Примечание. Ярус древостоя: 1 – первый; 2 – второй; 3 – подрост; А – возраст; Н – высота; D – диаметр ствола на высоте 1,3 м; G – сумма площадей поперечных сечений стволов на высоте 1,3 м; М – запас стволовой древесины.

23 и 26 равна соответственно 5,4 и 4,0 тыс. экз./га. Значительно (93 и 78 %) преобладает ель предварительного возобновления, под пологом которой появляющиеся всходы ели, как правило, не выживают. На контрольных ПП структура древостоев типична для южно-таежных кислично-черничных березняков. В составе первого яруса преобладает береза, доля осины не превышает 40 %. Древостои высокопроизводительные (Ia класс бонитета), средне- и высокополнотные. Под пологом 65 – 70-летних березняков (ПП 4 и 24) ель в основном (90 %) в подросте, густота которого около 2,7 и 4,4 тыс. экз./га. В 83-летнем березняке (ПП 9) ель образует сомкнутый второй ярус, его густота около 1,5 тыс. экз./га.

Установлено сходство в динамике роста ели под пологом березняков на пробных площадях [6]. Такие же результаты получены и на пробных площадях, расположенных на вырубках. В связи с этим пробные площади были объединены в две совокупности, называемые далее «березняки» и «вырубки».

Сравнительным анализом обнаружено сходство возрастных структур популяций ели под пологом березняков и на вырубках (рис.1). Доминировали (90 %) деревья в возрасте до 20 лет, значительная их часть (52 ... 59 %) имела возраст 11 ... 20 лет. Однородность возрастных структур сви-

детельствует о корректности сравнительного анализа роста ели, произрастающей на вырубках и под пологом березняков.

Выявлено, что рост ели на вырубках после удаления березового яруса наиболее тесно связан с высотой деревьев в год рубки березы; эта высота названа стартовой (H_r). По достоверным различиям в динамике среднепериодических текущих приростов выделены четыре группы деревьев, имевшие высоту в год рубки березы (1978 г.): 0,1 ... 1,0 м; 1,1 ... 2,6; 2,7 ... 6,0; более 6 м. Корреляционным анализом установлено, что под пологом березняков, как и на вырубках, H_r в 1978 г. во многом определяет рост ели в 1979–1998 гг. С этим показателем коррелирует высота ели в 1998 г. и текущий прирост по объему ствола в 1979 – 1998 гг. Коэффициенты детерминации R^2 находятся в пределах 0,39 ... 0,81. Высота H_r в большей



мере, чем возраст деревьев, обуславливает рост ели. Установлено, что градации H_r , ранее использованные для ели на вырубках, применимы и для подпологовой популяции. Сравнением рядов распределения всех модельных деревьев по высоте и возрасту выявлено, что корректный анализ влияния рубки березы на рост подпологовой ели может быть проведен только по трем градациям H_r : 0,1 ... 1,0; 1,1 ... 2,6; 2,7 ... 6,0 м. Деревьев выше 6 м было недостаточно для подобного анализа.

До рубки березы на опытных объектах (1978 г.) популяции ели (вырубках, березняки) существенно не различались по росту деревьев. Средние высота деревьев (H) и диаметр стволов на высоте 0,1 м ($D_{0,1}$), а также средние приросты в высоту (Δh), по площади поперечного сечения ствола на высоте 0,1 м (Δg) и объему ствола (Δv) были практически равны, различия их недостоверны с вероятностью 0,95 (табл. 2). Рост деревьев в высотной группе I соответствовал Va, а в группах II и III – V классам бонитета.

Через 20 лет после рубки березы на опытных объектах соотношения в показателях роста деревьев ели на вырубках и под пологом березняков существенно изменились. В 1998 г. на вырубках значения H , $D_{0,1}$, Zh_{20} были в 2 – 4 раза выше, чем в подпологовой популяции ели. Еще значительно различия в среднепериодических (за 20 лет) текущих приростах по площади поперечного сечения (Zg_{20}) и объему ствола (Zv_{20}). На вырубке их значения

в 5–14 раз превышали соответствующие показатели в подпологовой популяции ели (табл. 2). Рубка березы особенно ощутимо сказалась на соотношении рассматриваемых характеристик деревьев высотной группы I

Таблица 2

Биометрические характеристики и прирост деревьев ели разных высотных групп на вырубках и под пологом березняков в сопоставимые периоды относительно года рубки березы

Высотная группа деревьев, м	Опытный объект	Средние					Прирост в год					
		А, лет, в 1978 г.	Н, м, в годы		D _{0,1} , мм, в годы		средний до 1979 г.			среднепериодический текущий за 20 лет (1979–1998 гг.)		
			1978	1998	1978	1998	Δh, см	Δg, мм ²	Δv, дм ³	Zh ₂₀ , см	Zg ₂₀ , см ²	Zv ₂₀ , дм ³
0,1...1,0	Вырубки	12	0,5	6,1	8,0	65,8	5	0,06	0,002	28	2,24	0,683
	Березняки	13	0,6	2,1	7,8	27,3	5	0,05	0,002	8	0,34	0,047
1,1...2,6	Вырубки	20	1,5	10,9	22,0	120,7	7	0,21	0,017	47	6,10	2,398
	Березняки	20	1,5	5,0	21,2	58,6	8	0,19	0,014	18	1,28	0,305
2,7...6,0	Вырубки	33	4,2	13,4	51,3	196,0	13	0,74	0,113	46	15,21	5,353
	Березняки	37	4,5	7,9	51,1	85,9	12	0,59	0,121	17	2,06	0,873

Примечание. 1978 г. и 1979 – 1998 гг. – соответственно годы перед и после рубки березы на опытных объектах; А, Н – возраст и высота деревьев; D_{0,1} – диаметр ствола на высоте 0,1 м; Δh, Δg, Δv – средние приросты в высоту, по площади поперечного сечения ствола на высоте 0,1 м и объему ствола; Zh₂₀, Zg₂₀, Zv₂₀ – среднепериодические текущие приросты в высоту, по площади поперечного сечения ствола на высоте 0,1 м и объему ствола за 20 лет после рубки березы на опытных объектах.

(Hr = 0,10 ... 1,01 м). Через 20 лет после ее проведения такие деревья на вырубках имели Н в 2,9 раза, D_{0,1} в 2,4, Zh₂₀ в 3,5, Zg₂₀ в 6,6 и Zv₂₀ в 14,5 раз больше, чем в контроле (табл. 2). Для других высотных групп эти значения несколько ниже. Так, интегральный показатель роста деревьев Zv₂₀ на вырубках для высотных групп ели II и III увеличился в 6 и 8 раз по сравнению с контролем, или почти в 2 раза меньше, чем у деревьев высотной группы I.

Динамику роста деревьев лучше отражает изменение их среднепериодических текущих приростов. В пятилетний период, предшествовавший рубке березы, в изучаемых популяциях ели в пределах высотных групп деревьев значения Zh, Zg_{0,1} и Zv отличались несущественно (табл. 3). Под пологом березняков в 20-летний период, сопоставимый с календарным периодом на опытных объектах, среднепериодические текущие приросты

Таблица 3

Динамика среднепериодического текущего прироста ели на вырубках и под пологом березняков

Высотная группа деревьев, м	Опытный объект	Прирост ели в пятилетние периоды				
		5 лет до рубки березы	после рубки березы, лет			
			1 ... 5	6 ... 10	11 ... 15	16 ... 20
0,1...1,0	Вырубки	Zh, см/год				
		6	18	34	35	24

1,1...2,6	Березняки	5	7	9	7	6
	Вырубки	11	34	59	55	39
2,7...6,0	Березняки	10	15	18	19	17
	Вырубки	20	33	64	61	28
Среднее	Березняки	18	21	20	17	13
	Вырубки	12	28	52	50	34
Среднее	Березняки	11	14	16	14	12
	$Zg_{0,1}, \text{ см}^2/\text{год}$					
0,1...1,0	Вырубки	0,10	0,50	1,74	3,37	3,37
	Березняки	0,09	0,18	0,32	0,44	0,44
1,1...2,6	Вырубки	0,52	1,89	4,86	8,89	8,85
	Березняки	0,43	0,76	1,18	1,50	1,68
2,7...6,0	Вырубки	1,70	6,04	13,05	21,14	20,63
	Березняки	1,35	1,74	2,04	2,28	2,17
Среднее	Вырубки	0,77	2,81	6,55	11,10	10,95
	Березняки	0,62	0,89	1,18	1,41	1,43
$Zv, \text{ дм}^3/\text{год}$						
0,1...1,0	Вырубки	0,004	0,043	0,312	1,002	1,377
	Березняки	0,004	0,013	0,035	0,062	0,079
1,1...2,6	Вырубки	0,047	0,288	1,450	3,557	4,345
	Березняки	0,038	0,098	0,218	0,383	0,523
2,7...6,0	Вырубки	0,414	1,175	3,887	8,016	8,335
	Березняки	0,371	0,548	0,788	1,012	1,144
Среднее	Вырубки	0,155	0,502	1,883	4,192	4,685
	Березняки	0,138	0,219	0,347	0,485	0,582

изменялись постепенно и оставались сравнительно небольшими. Отношение максимальных приростов в этот период к приростам за 5 лет перед рубкой березы на опытных объектах изменялось от 1,4 для Zh до 4,0 для Zv . На вырубках приросты ели изменились более существенно, отношения составили 4,3 для Zh и 30,2 для Zv .

Различие в росте деревьев наглядно показывает коэффициент изменения приростов ели в результате рубки березы (Kz) – соотношение средне-периодического текущего прироста деревьев ели на вырубках и под пологом березняков в конкретный период. В первый 5-летний период для рассматриваемых популяций коэффициент Kz по Zh , Zg и Zv изменялся от 2,0 до 3,2 (рис. 2). В среднем Kz достигает максимальных значений через 15 лет после рубки березы. В это время особенно значительны различия в приростах Zg и Zv : на вырубках они почти в 8 раз больше, чем под пологом ели. Коэффициент Kz для прироста в высоту существенно меньше и равен 3,6. Последнее свидетельствует о том, что на изменения условий среды на вырубках ель реагирует прежде всего увеличением прироста по площади поперечного сечения ствола. По истечении 15 лет коэффициенты Kz всех приростов начинают снижаться.

Деревья ели первой высотной группы (0,1 ... 1,0 м) лучше других реагируют на удаление березового яруса. У них через 15 лет после рубки

березы значения K_z приростов в высоту и по объему ствола были равны соответственно 5,0 и 16,2, в других высотных группах не превышали 3,6 и 9,3. Вместе с тем деревья высотной группы I имели меньшие абсолютные среднeperиодические текущие приросты. Наибольший прирост как на вырубках, так и под пологом березняков отмечен у деревьев высотной группы III. Таким образом, деревья с большей «стартовой высотой» (H_r), хотя и обладают менее выраженной реакцией на рубку березы, остаются лидирующими в популяции ели.

Устранение влияния березы на ель приводит к увеличению продуктивности еловой популяции. Через 20 лет после рубки березы средняя высота ели на вырубках соответствовала высоте нормальных ельников

Рис. 2. Динамика коэффициентов изменения среднепериодических текущих приростов ели в высоту (1), по площади поперечного сечения ствола на высоте 0,1 м (2) и объему ствола (3)

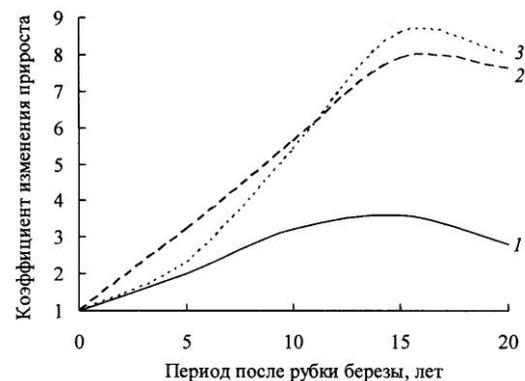
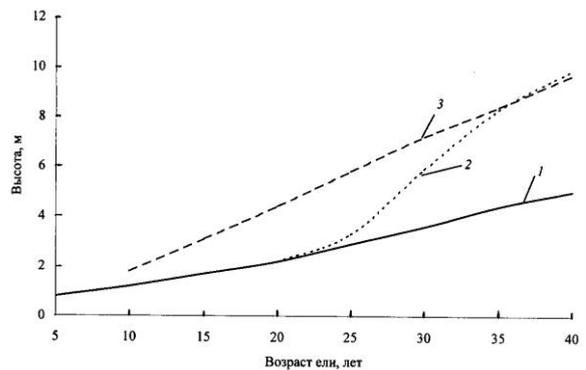


Рис. 3. Динамика средней высоты деревьев ели под пологом березняков (1), после их рубки с сохранением подроста (2) и в нормальных древостоях IV класса бонитета (3)



IV класса бонитета, а под пологом березняков — V класса (рис. 3). На вырубках объем стволовой древесины в ельниках в 4 раза выше, чем в подпологовой популяции ели.

Позитивная реакция ели на удаление березы свидетельствует о сравнительно быстрой адаптации ассимиляционного аппарата к новым условиям среды. Это выражается в увеличении параметров кроны. Так, через 20 лет после рубки березы у наиболее представленных деревьев 31 ... 40 лет площадь горизонтальной проекции и протяженность кроны по стволу соответственно в 2 и 3 с лишним раза больше параметров деревьев аналогично-

го возраста под пологом березы (табл. 4). Еще более значимы различия в средних объемах крон (в 7 раз).

Нами проведен сравнительный анализ роста ели, возобновившейся в течение 20 лет на вырубках и за этот же период под пологом березняков. Установлено, что на вырубках ель последующего возобновления (средний возраст 16 лет) отличалась от ели той же возрастной генерации под пологом березы более интенсивным ростом. Высота, диаметр ствола на высоте 0,1 м и соответствующие средние приросты у ели на вырубках были в 2,0 – 3,5 раза больше, чем под пологом. Деревья этой генерации на вырубках имели более развитые кроны (табл. 4). Удаление верхнего яруса березы позитивно влияет на рост ели как предварительного, так и последующего возобновления.

Таблица 4

**Параметры крон деревьев ели на вырубках и под пологом березняков
через 20 лет после рубки березы**

Возраст ели, лет	Опытный объект	Густота, экз./га	Средние параметры кроны		
			Площадь горизонтальной проекции, м ²	Протяженность по стволу, см	Объем, м ³
31 ... 40	Вырубки	898	2,54	444	3,780
	Березняки	1114	1,14	132	0,526
11 ... 20	Вырубки	57	0,16	26	0,016
	Березняки	88	0,04	16	0,002

Примечание. Ель в возрасте 31...40 и 11...20 лет возобновилась соответственно до и после рубки березы на опытных объектах.

Таким образом, в кислично-черничном типе леса южной тайги максимальное различие в росте ели на вырубках и под пологом березняков наблюдается через 15 лет после рубки березы. Увеличение объема стволовой древесины в популяции ели на вырубках в большей мере определяется приростом по площади поперечного сечения стволов, чем в высоту. Лучшей реакцией на изменения условий среды на вырубках характеризуется подрост ели высотой до 1 м. Вместе с тем большой абсолютный прирост имели деревья, высота которых в год рубки березы превышала 1 м. Они сохраняют лидирующее положение в популяции ели. Устранение влияния верхнего полога березы на формирование популяции ели повышает её продуктивность. Через 20 лет после рубки березы объем стволовой древесины в ельниках на вырубках стал в 4 раза больше, чем под пологом березняков. Бонитет древостоев ели повысился на один класс (с V до IV).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ануцин, Н.П. Лесная таксация [Текст] / Н.П. Ануцин. – М.: Лесн. пром-сть, 1977. – 511 с.
2. Мелехов, И.С. Лесоведение [Текст] / И.С. Мелехов. – М.: Лесн. пром-сть, 1980. – 406 с.

3. Орлов, А.Я. Почвенно-экологические основы лесоводства в южной тайге [Текст] / А.Я. Орлов. – М.: Наука, 1991. – 104 с.
4. Писаренко, А.И. Лесовосстановление [Текст] / А.И. Писаренко. – М.: Лесн. пром-сть, 1977. – 252 с.
5. Побединский, А.В. Воспроизводство лесов на вырубках тайги [Текст] / А.В. Побединский // Лесоведение. – 1986. – № 5. – С. 3–8.
6. Рубцов, М.В. Закономерности роста ели под пологом березняков в онто-ценогенезе древостоев [Текст] / М.В. Рубцов, А.А. Дерюгин // Лесоведение. – 2002. – № 5. – С. 18–25.

Институт лесоведения РАН

Поступила 20.02.06

M.V. Rubtsov, A.A. Deryugin

Spruce Growth under Canopy of Southern-Taiga Birch Forests and after their Cutting with Undergrowth Preservation

The comparative analysis of the spruce growth under the canopy of birch forests and clear-cut areas with spruce undergrowth preservation is provided; considerable effect of the tree height in the year of birch cutting on the current spruce growth is set. The efficiency of birch cutting effect on growth and productivity of spruce population is demonstrated.
