

## **Состояние ассимиляционного аппарата подраста сосны обыкновенной в рекреационных сосняках, пройденных рубками обновления**

*С.В. Залесов, д.с.-х.н., профессор, А.В. Бачурина, к.с.-х.н., С.В. Бачурина, аспиранка, ФГБОУ ВПО Уральский ГЛТУ*

Рубки обновления – это рубки ухода в насаждениях с целью их омоложения для сохранения и усиления целевых функций (водоохранных, эстетических и др.). Назначаются эти рубки в при-

спевающих, спелых и перестойных насаждениях. Такие рубки широко проводились в защитных лесах Южного Урала в период с 1991 по 2011 г. В лесах Кыштымского лесничества Челябинской области накоплен огромный опыт проведения рубок обновления в сосняках, который нуждается в анализе и обобщении.

Как и любое другое вмешательство человека в природные процессы, рубки обновления, несомненно, сказываются на процессах жизнедеятельности компонентов лесных насаждений и их состоянии. Не является исключением и процесс естественного возобновления. По мнению некоторых авторов, ассимиляционный аппарат является наиболее чувствительным органом древесных растений [1]. Хвоя играет важную функциональную роль в лесных экосистемах. Её активностью определяется рост и развитие хвойных фитоценозов. С количеством хвои связаны продуктивность древостоев, фотосинтез, транспирация, аккумуляция атмосферной пыли и др. процессы, имеющие важное экологическое значение [2]. Размеры, морфология и анатомия хвои считаются исключительно ценными диагностическими признаками сосны обыкновенной. Состояние ассимиляционного аппарата подростка сосны после проведения рубок обновления целесообразно оценивать по таким показателям, как длина, ширина, масса 100 шт. и площадь поверхности хвои, а также охвоённость побегов [3, 4].

**Материал и методы исследования.** С целью определения жизнеспособности подростка сосны обыкновенной и установления зависимости морфометрических показателей хвои сосны от лесорастительных условий в сосняках, пройденных рубками обновления равномерно-постепенным способом различной интенсивности, нами было проведено исследование на 11 пробных площадях (ПП), заложенных в рекреационных сосняках ягодниково-зеленомошной группы типов леса Кыштымского лесничества. В данной работе проанализированы материалы 6 ПП, в том числе ПП-1, 5, 9, заложенные на территории Кыштымского участкового лесничества, и ПП-11, 18, 19 – на территории Карабашского участкового лесничества.

В основу исследований положен метод пробных площадей (ПП), заложенных в соответствии с требованиями ОСТа 56-69-83 [5]. Для оценки влияния рубок обновления на ассимиляционный аппарат подростка сосны обыкновенной использовали биометрический метод, т.е. измерение массы и длины хвои, расчёт площади поверхности хвои и охвоённости побегов. Ветви срезали секатором с южной стороны у 10 модельных экземпляров подростка сосны 15-летнего возраста в средней части кроны. В процессе исследований производили замеры величины годичных приростов побегов и подсчитывали количество пар хвои по годам. Для характеристики густоты охвоения устанавливали количество хвои на 5 см побега у отобранных образцов. Длину хвои измеряли с точностью до 0,1 см. Хвою высушивали в сушильном шкафу ШС-0,25-20 при  $t$  105°C до постоянной массы. Взвешивание 100 пар хвоинок в пяти повторностях проводилось с точностью до 0,01 г. Площадь поверхности хвои определяли по методике Ю.Л. Цельникер [6].

Исследование проводили в подзоне предлесостепных сосново-берёзовых лесов на территории Кыштымского лесничества. Лесной фонд в основном представлен защитными лесами, которые занимают 96,7% территории лесничества. Согласно Лесному кодексу РФ защитные леса подлежат освоению в целях сохранения средообразующих, водоохраных, защитных, санитарно-гигиенических, оздоровительных и иных полезных функций лесов с одновременным использованием лесов при условии, если это использование совместимо с целевым назначением защитных лесов и выполняемыми ими полезными функциями. Следует отметить, что лесистость района расположения лесничества (административный район – земли г. Кыштыма, г. Карабаша) составляет 79,7%. Для хвойных лесов, составляющих 40% площади, покрытой лесной растительностью, характерно преобладание сосновых насаждений. Доля сосняков составляет 86% общей площади, занимаемой хвойными породами. В районе исследований преобладают среднепродуктивные насаждения: средний класс бонитета насаждений по лесничеству составляет II,6, в том числе средний класс бонитета сосновых насаждений – II,3. Существующие насаждения характеризуются относительно невысокой полнотой 0,67, в том числе хвойные – 0,65. Площади покрытых лесом земель распределены по группам типов леса и преобладающим породам. Наибольшую площадь занимает ягодниково-зеленомошная группа типов леса – 36%. В данную группу входят такие типы леса, как ягодниковый (производный с утратой мхов и лишайников), разнотравно-злаковый (производный с утратой брусники, черники), злаковый (производный с утратой видов лесного разнотравья). Среди сосновых насаждений к этим типам леса отнесено 58% всех лесов лесничества.

Рубки обновления в сосняках проводили равномерно-постепенным способом с 1991 по 2011 г. Таксационная характеристика древостоев шести ПП на момент проведения исследований (2014 г.) приведена в таблице 1.

**Результаты исследования.** Продолжительность жизни хвои сосны является надёжным критерием для определения жизненного состояния конкретного дерева. По данным З.Я. Нагимова, хвоя сосны в Зауралье держится на дереве 5–6 лет [2]. Исследованиями, проведёнными в 2008 г. на территории Карабашского участкового лесничества в районе действия ЗАО «Карабашмедь», установлено, что на ППП, расположенной на расстоянии 4,2 км от источника поллютантов, продолжительность жизни хвои соснового подростка составляет 4 года, тогда как на ППП, расположенной на расстоянии 5,5 км, обнаружена пятилетняя хвоя [7]. С удалением насаждений от источника промышленных поллютантов на 6 км и более продолжительность жизни хвои увеличивается до 6 лет.

1. Основные таксационные показатели сосновых древостоев и подроста после проведения рубок обновления

№ ПП	Состав древостоя	Возраст, лет	Полнота	Запас, м <sup>3</sup> /га	Интенсивность рубки, %	Состав подроста	Количество подроста, в перече́те на крупный, тыс. шт/га	
Давность рубки 22 года, 1-й приём								
1	10С едС итого	67 172	0,9 – 0,9	170 25 195	99	10СедБ	5,3	
Давность рубки 15 лет, 1-й приём								
5	1 ярус 2 ярус итого	10С 10С –	160 40 –	1,06 – 1,06	368 6 374	40	9С1ЛцедБ	26,6
Давность рубки 14 лет, 1-й приём								
9	6С4Б	120	0,37	147	35	10С	29,0	
Давность рубки 6 лет, 1-й приём								
11	9С1Б	146	0,7	220	19	6С2Б2Ос+Е	15,4	
Давность рубки 4 года, 1-й приём								
18	8С1Б1Е	94	0,6	178	19	7С2Б1Е+П	7,5	
Давность рубки 14 лет, 1-й приём								
19	6С4БедЕ,Ос	99	32	0,6	186	8С2ОседБ	16,5	

2. Охвоённость 5 см побега подроста сосны обыкновенной в насаждениях, шт.

Возраст побега, лет	Пробная площадь, №					
	1	5	9	11	18	19
1	35,7±3,77	35,7±2,41	35,8±1,20	33,8±1,36	44,2±4,84	35,4±2,43
2	29,9±2,67	34,2±1,51	38,0±1,73	33,2±1,02	38,8±2,95	38,8±3,66
3	36,5±1,46	30,7±1,24	31,4±1,79	25,0±3,74	31,2±4,47	30,5±3,95
4	23,4±2,95	22,7±1,86	25,5±1,00	20,4±5,38	17,5±4,77	23,6±2,65
5	9,5±2,93	–	–	–	7,2±2,11	9,1 ±3,13
Среднее	27,0±2,76	30,8±1,76	32,7±1,43	28,1±2,88	27,8±3,83	27,5±3,16

Полученные нами данные по охвоённости боковых побегов центральной части 15-летнего подроста сосны представлены в таблице 2.

Материалы таблицы 2 свидетельствуют, что практически на всех ПП отмечается снижение охвоённости побегов соснового подроста с увеличением их возраста.

Пятилетняя хвоя на побегах на ПП-1 и ПП-18 указывает на лучшее жизненное состояние подроста. При этом на ПП-18 отмечается также и самая большая охвоённость побегов первого года жизни. Для оценки достоверности различий средних значений показателей охвоённости побегов для всех ПП попарно между собой был рассчитан критерий Стьюдента, при этом для всех пар совокупностей при доверительном интервале  $P = 95\%$  вычисленные значения критерия меньше табличных, что указывает на то, что различие средних нельзя считать достоверным. Следовательно, данные этого показателя принадлежат к одной совокупности.

В таблице 3 приведены значения морфометрических показателей хвои подроста: средняя длина и расчётное значение поверхности 1 г сырой хвои.

Для установления статистической достоверности различий между показателями средней длины хвои подроста и их вариабельности на ПП определены критерии Фишера и критерии Стьюдента. При этом использовались их средние арифметические, их ошибки и дисперсии, приведённые в таблице 3.

В таблице 4 представлены данные вычисленных критериев Фишера и критериев Стьюдента попарно на всех ПП для средних величин длины хвои.

Поскольку сравниваемые совокупности представляют собой большие выборки ( $N \geq 200$ ), то при доверительном уровне  $P = 95\%$   $F_{\text{табл.}} = 1,19$  [4]. Материалы таблицы 4 свидетельствуют, что значения трёх сравниваемых совокупностей  $F_{\text{выч.}}$  меньше  $F_{\text{табл.}}$ . Это ПП-1 и ПП-5, ПП-9 и ПП-18, ПП-11 и ПП-19. Следовательно, эти ПП между собой по вариабельности изучаемого показателя достоверно не различаются, в отличие от всех остальных пар ПП, где можно говорить о достоверном различии вариабельности.

Сравнение средних арифметических показателей длины хвои подроста, произведённое с помощью критерия Стьюдента, показало следующее. При доверительном уровне  $P = 95\%$  и числе степеней свободы  $\nu > 120$  значение  $t_{\text{табл.}} = 1,96$  [8]. Исходя из полученных данных, приведённых в таблице 4, необходимо сделать вывод о недостоверном различии изучаемого показателя на следующих ПП: ПП-1 и ПП-18, ПП-1 и ПП-19, ПП-5 и ПП-11, поскольку вычисленные значения критерия  $t$  меньше  $t_{\text{табл.}}$ . Следовательно, можно говорить о том, что средние значения принадлежат к одной совокупности данных. На всех остальных ПП в сравнении между собой показатели средней длины хвои подроста достоверно различаются.

3. Морфометрические показатели хвои соснового подроста в насаждениях

Возраст хвои, лет	Пробная площадь, №					
	1	5	9	11	18	19
Средняя длина хвои, см						
1	4,5±0,05	5,8±0,09	5,7±0,06	4,9±0,06	4,1±0,06	4,0±0,08
2	6,4±0,11	5,5±0,12	5,9±0,07	5,1±0,04	4,4±0,12	4,4±0,08
3	3,8±0,09	4,0±0,07	4,7±0,06	5,5±0,10	5,7±0,11	4,5±0,10
4	5,8±0,07	7,2±0,04	7,2±0,04	6,3±0,08	5,9±0,11	5,3±0,10
5	3,4±0,07	–	–	–	4,6±0,08	–
Среднестатистические величины						
$\frac{M \pm m}{\delta^2}$	<u>4,8±0,08</u> 1,69	<u>5,6±0,08</u> 1,73	<u>5,9±0,06</u> 1,03	<u>5,4±0,07</u> 0,60	<u>4,9±0,10</u> 1,13	<u>4,6±0,09</u> 0,69
Поверхность 1 г сырой хвои подроста сосны, дм <sup>2</sup>						
1	1,35	1,25	0,87	1,35	1,31	1,39
2	0,96	0,87	1,82	0,96	1,09	1,15
3	1,05	0,99	2,18	1,05	0,94	1,05
4	0,87	0,87	1,31	0,87	1,02	0,99
5	0,87	–	–	0,87	1,04	–
Среднее	1,02	1,0	1,6	1,02	1,08	1,2

4. Значения вычисленных критериев Фишера и критериев Стьюдента, F/t

Пробная площадь, №	1	5	9	11	18
5	<u>1,02</u> 7,07	–	–	–	–
9	<u>1,64</u> 11,00	<u>1,68</u> 3,00	–	–	–
11	<u>2,82</u> 5,66	<u>2,88</u> 1,88	<u>1,72</u> 5,43	–	–
18	<u>1,50</u> 0,78	<u>1,53</u> 5,47	<u>1,10</u> 8,57	<u>1,88</u> 4,10	–
19	<u>2,45</u> 1,67	<u>2,50</u> 8,30	<u>1,49</u> 12,03	<u>1,15</u> 7,02	<u>1,64</u> 2,23

Также можно сделать вывод о том, что превышение средней длины хвои на ПП-9 по отношению к другим ПП является значимым. Отметим также, что насаждение ПП-9 имеет низкую полноту (0,37). В связи с этим можно предположить, что освещённость является существенным экологическим фактором, влияющим на увеличение средней длины хвои подроста. Поскольку значения поверхности хвои являются зависимыми и определены через показатель средней длины хвои и массу, то выводы о средней длине хвои можно распространить и на этот показатель.

**Вывод.** В результате проведённых нами исследований установлено, что рубки обновления раз-

личной интенсивности, проведённые равномерно-постепенным способом, создают благоприятные условия для естественного возобновления. При этом достоверно доказано, что их проведение не влияет на показатели охвоённости побегов соснового подроста, однако снижение полноты насаждения, и, как следствие, увеличение освещённости, создаёт благоприятные условия для увеличения морфометрических показателей хвои подроста сосны обыкновенной.

**Литература**

1. Морозов В.А., Шиманский П.С. Рост и химический состав хвои в культурах сосны разной густоты в связи с применением удобрений // Лесоведение. 1981. № 5. С. 3–9.
2. Нагимов З.Я. Закономерности роста и формирования надземной фитомассы сосновых древостоев: автореф. дисс. ... докт. с.-х. наук. Екатеринбург, 2000. 40 с.
3. Онучин А.А., Спицына Н.Т. Закономерности изменения массы хвои в хвойных древостоях // Лесоведение. 1995. № 2. С. 48–58.
4. Абагуров Ю.Д. Изменение длины хвои в различных типах сосняков в зависимости от характера влагообеспеченности. Физиология и экология древесных пород. Свердловск, 1965. С. 225–230.
5. ОСТ 56-69-83 Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки. М.: Экология, 1992. 17 с.
6. Цельникер Ю.Л. Упрощённый метод определения поверхности хвои сосны и ели // Лесоведение. 1982. № 4. С. 85–88.
7. Бачурина А.В., Залесов С.В. Изменение морфометрических показателей хвои сосны обыкновенной в условиях аэропромвыбросов // Лесной вестник: научно-информационный журнал. 2008. № 3 (60). С. 36–39.
8. Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1984. 424 с.