

Р. П. Исаева

УРОВЕНЬ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И РОСТ ПОДРОСТА ЕЛИ РАЗЛИЧНОЙ ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ НА СПЛОШНЫХ ВЫРУБКАХ

В результате изучения в равнинных ельниках Предуралья возрастной структуры, темпов роста и состояния подроста ели под пологом леса, а также его выживаемости и роста на сплошных концентрированных вырубках была предложена шкала для оценки перспективности подроста [1, 2] в целях лесовосстановления. По жизнеспособности выделено три основные группы подроста (I, II, III) с разделением последних на категории (IIa, IIб, IIв, IIIa, IIIб). Характеристика их дана в табл. 1. Подрост оценивали на основании таксационных и морфологических признаков. Данная работа выполнена с целью выявления связи между этими признаками, анатомическим строением хвои и некоторыми физиологическими процессами. Исследования проводили в наиболее распространенном типе леса ельнике разнотравном на зимних одно- и десятилетних сплошных концентрированных вырубках с сохраненным темнохвойным подростом. На свежей вырубке его насчитывалось 3,1 тыс. экз/га, состав подроста 5Е5П, размещение по площади равномерное. На десятилетней смежной вырубке сформировались лиственнично-хвойные молодняки неравномерной сомкнутости. Состав их 60с1Б1Лп1Е1П, средняя густота 9,0 тыс. экз/га, диаметр 3 см, высота 5,5 м. Под пологом этих молодняков имеется не вошедший в пересчет подрост ели и пихты (1,5 тыс. экз/га).

На вырубках для физиологических исследований подбирали участки с подростом выделенных групп и категорий. В каждой из них изучали фотосинтез (по Иванову и Коссович) и транспирацию методом быстрого взвешивания срезанных ветвей (по Иванову). В период интенсивного роста (конец июня) в течение 3—5 дней 3 раза в сутки (9, 13 и 17 ч). В процессе изучения фотосинтеза и транспирации проводили наблюдения за

Т а б л и ц а 1. Шкала для оценки перспективности подроста ели в целях лесовозобновления сплошных концентрированных вырубок

Группы по устойчивости	Категории	Возраст до рубки, лет	Высота до рубки, м	Прирост по высоте центрального побега*	Период прироста на вырубках, лет	Выживаемость на вырубках, %	Положение в молодняках**
Высокой	—	От 10 до 35—40	0,5—2,5	4 и более	1—2	100	Вместе с листовыми породами образует первый ярус
Средней	а	До 25 Старше 25	До 0,5 0,5—1,5	Более 1 2—3	1—2 3—6	60—70 60—70	Образует второй ярус
	в	Старше 35—40 До 25	1,5—2,5 До 0,5	Более 2 Менее 1	3—6 Более 5	60—70 20—30	То же Усыхает
Ненадежный под- рост	а	До 25	До 0,5	Менее 1	Более 5	20—30	
	б	Старше 25	0,5—2,5	Менее 2	Более 10	20—30	»

Примечание. Подрост мелкий высотой до 0,5 м, средний — 0,5—1,5 и крупный — 1,5—2,5 м.

* Средний за последние 5 лет до рубки.

** Спустя 20—25 лет после рубки.

Таблица 2. Размеры и анатомическое строение хвои у подроста ели различных групп и категорий жизнеспособности

Группы и категории подроста	Поверхность хвоинки, см ²	Толщина ассимиляционной паренхимы, мм	Диаметр проводящей паренхимы, мм	Количество смоляных ходов, шт.	Диаметр смоляных ходов, мм
Однолетняя хвоя на свежей вырубке					
I	0,30	0,28	0,20	1,2	0,07
IIa	0,25	0,29	0,28	1,4	0,07
IIб	0,18	0,36	0,20	1,2	0,09
IIв	0,22	0,35	0,60	1,2	0,08
IIIa	0,16	0,25	0,15	1,2	0,08
IIIб	0,18	0,30	0,22	0,8	0,08
Двулетняя хвоя на свежей вырубке					
I	0,30	0,29	0,28	1,4	0,07
IIa	0,23	0,30	0,23	1,4	0,08
IIб	0,19	0,35	0,27	1,0	0,09
IIв	0,24	0,31	0,38	1,6	0,08
IIIa	0,15	0,22	0,17	1,0	0,04
IIIб	0,18	0,26	0,24	1,1	0,07
Двулетняя хвоя на десятилетней вырубке					
I	0,5	0,43	0,34	2,0	0,10
IIa	0,3	0,34	0,22	1,0	0,08
IIб	0,3	0,39	0,30	1,3	0,09
IIв	0,4	0,38	0,31	1,6	0,07

солнечной радиацией, температурой, влажностью воздуха и почвы. Мы преследовали цель получить лишь сравнительные данные для подроста различных категорий жизнеспособности, а не изучать процессы фотосинтеза и транспирации как таковые. Для этого потребовался бы совершенно иной уровень исследований. В наших опытах транспирацию определяли на двулетних побегах. Для изучения фотосинтеза на свежей вырубке брали однолетнюю и двулетнюю хвою. В эксперименте на десятилетней вырубке использовали двулетнюю хвою. Анатомическая характеристика хвои дана в табл. 2, где для каждой категории подроста приводятся средние показатели из 20 измерений.

Хвоя подроста различных групп жизнеспособности отличается по своим размерам. Эти различия не сглаживаются и с давностью рубки. Напротив, на десятилетней вырубке у хвои подроста I и II групп наиболее четко выражены различия в толщине ассимиляционной

Таблица 3. Влияние метеорологических факторов на фотосинтез и транспирацию у елового подроста на сплошных вырубках

Метеорологические факторы	Однолетняя вырубка, двулетняя хвоя	Десятилетняя вырубка, двулетняя хвоя	
		подрост из молодняков	подрост с от- крытого места
Интенсивность фотосинтеза, 1 мг СО₂ на 1 г свежего веса хвои в 1 ч			
Солнечная радиация (сум- марная), кал/см ² ·мин:			
до 500	1,57	2,00	4,96
500—600	15,97	23,31	12,23
600—1000	2,52	0,36	11,15
1000—1500	—	—	9,73
Температура воздуха, °С:			
11—15	1,02	1,08	—
15—20	3,39	1,97	4,39
20—23	11,37	17,03	9,93
Относительная влажность воздуха, %:			
26	—	4,03	—
32	—	3,02	—
48	—	2,12	—
Интенсивность транспирации, 1 г с 1 дм² в 1 ч			
Солнечная радиация (сум- марная), кал/см ² ·мин:			
до 500	—	0,29	—
500—600	—	0,57	—
600—1000	—	0,15	—
Температура воздуха, °С:			
11—15	—	0,23	—
15—20	—	0,30	—
20—23	—	0,67	—

и в диаметре проводящей паренхим, в количестве и диаметре смоляных ходов. Известно, что фотосинтез и транспирация зависят и от метеорологических условий и от биоэкологических особенностей изучаемых особей древесных пород. За кратковременный период наблюдений в конкретных условиях среды у жизнеспособного подроста ели были отмечены определенные тенденции в изменении фотосинтеза и транспирации под влиянием различных метеорологических факторов: солнечной радиации, температуры и влажности воздуха (табл. 3).

Данные табл. 3 свидетельствуют о том, что у жизнеспособного подроста ели как на свежей, так и на деся-

Таблица 4. Средние показатели условий метеорологической среды за период наблюдений при изучении процессов фотосинтеза и транспирации у подростка ели на вырубках

Метеорологические факторы	Однолетняя рубка, хвоя		Десятилетняя рубка, двухлетняя хвоя	
	однолетняя	двухлетняя	из листовно-хвойных молодых	с открытого места
Солнечная радиация, кал/см ² мин:				
суммарная	0,700	0,840	0,285	0,868
прямая	0,425	0,504	0,191	0,651
рассеянная	0,275	0,336	0,094	0,217
Температура воздуха на высоте 1,3 м, °С	19,9	16,7	15,8	22,2
Влажность воздуха:				
абсолютная, мб	5,8	8,7	7,4	14,6
относительная, %	33	46	35	61

тилетней рубке физиологические процессы наиболее активно происходят при суммарной солнечной радиации в 500—600 кал/см² мин. При уменьшении и увеличении солнечной радиации против указанного оптимума интенсивность процессов фотосинтеза и транспирации снижается. Сокращается уровень этих процессов и с понижением температуры (от 20°С). Верхнюю критическую температурную границу проследить не удалось, так как в период наших наблюдений дневная температура воздуха колебалась в пределах от +10,6 до +23°С.

Наши исследования также показали, что в одной и той же метеорологической среде особи елового подростка выделенных групп и категорий жизнеспособности по-разному ассимилируют и транспирируют. В табл. 4 приведены средние показатели, характеризующие условия метеорологической среды за весь период изучения фотосинтеза и транспирации у елового подростка. Показатели фотосинтеза и транспирации подростка ели были также осреднены (табл. 5 и 6), при этом для всех групп и категорий подростка учитывали лишь данные, полученные в одни и те же дни и часы. Из данных табл. 5 и 6 видны различия у выделенных групп и категорий подростка в уровне процессов фотосинтеза и транспирации. Они свойственны подростку ели в период его адап-

Таблица 5. Интенсивность фотосинтеза подроста ели на сплошных вырубках, 1 мг CO₂ на 1 г свежего веса хвои в 1 ч

Группы и категории подроста	Однолетняя вырубка, хвоя		Десятилетняя выруб-ка, двулетняя хвоя (сомкнутые молодняки)
	однолетняя	двулетняя	
I	1,69	3,53	0,43
IIa	0,17	1,64	0,62
IIб	0,38	1,23	0,57
IIв	1,16	3,25	0,35
IIIa	1,22	1,43	—
IIIб	0,94	1,20	—

Таблица 6. Интенсивность транспирации подроста ели на сплошных вырубках, 1 г с 1 дм² в 1 ч

Группы и категории подроста	Однолетняя вырубка, хвоя		Десятилетняя вырубка	
	однолетняя	двулетняя	сомкнутые молодняки	открытое место
I	0,398	0,204	0,352	0,500
IIa	0,683	0,337	0,212	0,154
IIб	0,481	0,367	0,310	0,254
IIв	0,471	0,286	0,392	0,406
IIIa	0	0,385	—	—
IIIб	0	0	—	—

тации к новой экологической среде после вырубki дре-востоя и сохраняются в дальнейшем, в частности, у подроста на десятилетней вырубке, однако сам харак-тер различий при этом меняется. Так, в опыте с хвоей, вышедшей из-под полога леса, на однолетней вырубке было установлено, что интенсивность фотосинтеза выше у наиболее жизнеспособной группы подроста; у подро-ста II группы она снижалась в 1,7, а у III — в 2,7 раза. Обратная зависимость наблюдалась в процессе транспи-рации. По мере снижения степени жизнеспособности ело-вый подрост транспирировал сильнее. У наиболее угне-тенных экземпляров наступал такой момент, когда транспирация совершенно прекращалась (см. табл. 6). Вредное действие на хлоропласты вызывает инсоляция [3], которая в сочетании с ветром вызывает повышен-ную транспирацию, закрытие устьиц и сокращение обмен-ных веществ. Полученные нами данные свидетельствуют о

Таблица 7. Метеорологические условия при изучении дневного хода фотосинтеза и транспирации у елового подростка на однолетней вырубке

Показатели	При определении фотосинтеза 19/VI по часам наблюдений			При определении транспирации 21/VI по часам наблюдений		
	9	13	17	9	13	17
Солнечная радиация, кал/см ² мин	0,489	0,978	0,618	0,466	0,840	0,640
Температура воздуха, °С	12,0	17,5	15,8	14,1	17,6	17,3
Влажность воздуха, %	46	36	40	46	37	41

том, что успешнее адаптируется на сплошных вырубках еловый подрост I группы жизнеспособности. Спустя 10 лет после рубки в молодняках еловый подрост II группы формирует, как правило, второй ярус.

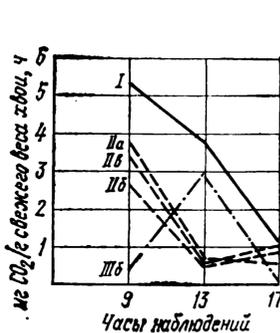


Рис. 1. Дневной ход фотосинтеза у елового подростка различных групп и категорий жизнеспособности на однолетней вырубке. Индексы у начала кривых — группы и категории подростка.

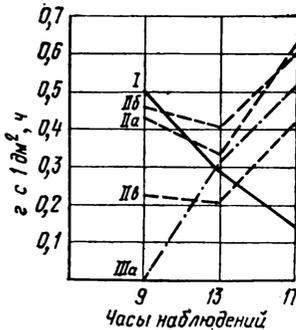


Рис. 2. Дневной ход транспирации у елового подростка различных групп и категорий жизнеспособности на однолетней вырубке. Обозначения по рис. 1.

Различные категории его (а, б, в) после выставления на открытое место по-разному проявляют себя в физиологических процессах. Относительно подростка I группы сравнительно молодые экземпляры IIa и IIб

категорий в 1,3—1,5 раза интенсивнее ассимилируют и в 1,2—1,7 раза меньше транспирируют. У более старого подростка (категория IIв) процесс фотосинтеза идет в 1,2 раза слабее, а транспирация выше. У выделенных по жизнеспособности групп и категорий подростка более ярко и наглядно прослеживаются различия в дневном ходе фотосинтеза и транспирации, которые представлены на рис. 1, 2. Характеристика метеорологических условий в эти дни исследований показана в табл. 7.

Из рисунков видно, что каждая группа елового подростка имеет свой, отличный друг от друга, дневной ход процессов фотосинтеза и транспирации. Следовательно, выделенные по таксационным и морфологическим признакам категории подростка различной жизнеспособности характеризуются неодинаковым уровнем физиологических процессов.

Различное качественное состояние подростка ко времени главной рубки древостоя и уровень физиологических процессов, свойственные той или иной группе подростка, обуславливают неодинаковые темпы его роста на вырубках и предопределяют положение в формирующихся молодняках. Данные табл. 8 свидетельствуют о существенных различиях в приростах по высоте у елового подростка различных групп и категорий жизнеспособности и схожести ростовых процессов у выделенных в пределах групп категорий подростка. Наиболее перспективен для лесовосстановления и в дальнейшем для формирования молодых лесов еловый подрост I группы.

Проверка предлагаемой шкалы оценки елового подростка в горных темнохвойных и широколиственно-хвойных лесах в процессе изучения структуры молодых лесов, формирующихся на двадцати-тридцатилетних сплошных концентрированных вырубках с сохраненным подростом [4], показала, что она может быть применена не только в условиях равнинных южнотаежных темнохвойных лесов Предуралья, но и значительно шире, в горных темнохвойных и широколиственно-хвойных лесах.

Пользуясь предложенной шкалой, можно еще до рубки насаждений судить о степени лесоводственной ценности подростка на том или ином участке, его жизнеспособности на сплошных концентрированных вырубках

Таблица 8. Рост по высоте елового подроста различных групп и категорий жизнеспособности на сплошных концентрированных вырубках в южнотаежных лесах Предуралья

Тип ельника	Давность вырубки, лет	Группа и категория подроста	Сумма при- ростов по высоте после рубки, см	Сравниваемый подрост	Коэффициент существова- ности разли- чий
Кисличниковый	4	I	25,0±1,4	I и IIa	8,6
		IIa	11,6±0,6	I и IIб	4,3
		IIб	15,7±1,6	IIa и IIб	2,6
	7	I	89,0±5,8	I и IIa	6,3
				I и IIб	6,7
		IIa	45,0±3,9	I и IIв	5,8
Разнотравный	7	IIб	43,6±3,6	I и IIб	0,3
		IIв	39,0±6,3	IIa и IIв	0,6
		I	74,0±4,5	IIб и IIв	0,6
		I	74,0±4,5	I и IIa	7,3
				I и IIб	7,4
		IIa	37,0±2,3	I и IIв	7,2
Зеленошниковый	5	IIa и IIб	36,0±2,4	IIa и IIб	0,3
		IIa и IIв	37,0±2,4	IIa и IIв	0,0
		I	39,5±1,0	IIб и IIв	0,3
		IIa	25,4±0,8	I и IIa	11,0
Черничниковый	10	IIa	26,5±1,5	I и IIa	7,3
		I	156,0±8,8	Ia и IIб	0,6
		IIa	114,0±6,5	I и IIa	3,8

(разумеется, при соблюдении технологий лесосечных работ, соответствующих конкретным условиям), способности конкурировать с лиственными породами, которые, как правило, в темновойных лесах быстро заселяют вырубленные пространства и характеризуются энергичным ростом. До главной рубки насаждений можно решить вопрос о степени необходимости лесоводственных уходов в формирующихся молодняках.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Исаева Р. П.* Лесоводственное обоснование лесовосстановительных мероприятий на сплошных концентрированных вырубках в равнинных южнотаежных ельниках Предуралья. Автореф. канд. дис. Свердловск, 1969, 28 с.

2. *Исаева Р. П.* Оценка перспективности подроста ели. — Тези-

сы докл. к науч.-техн. конференции «Опыт и пути улучшения ведения лесного хозяйства в Пермской области. Пермь, Западно-Уральский ЦНТИ, 1971, с. 56—60.

3. *Иванов Л. А.* Свет и влага в жизни наших древесных пород. Тимирязевские чтения. Вып. V. М., Изд-во АН СССР, 1948, 60 с.

4. *Исаева Р. П.* Особенности формирования молодняков на сплошных концентрированных вырубках в темнохвойных лесах. — В сб.: Леса Урала и хозяйство в них. Свердловск, Средне-Уральское кн. изд-во (УралЛОС ВНИИЛМ. Вып. 8), 1975, с. 59—69.