

УДК 630\* 18.

**Т. Б. Сродных***(Уральская государственная лесотехническая академия)***АНАТОМО-МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ХВОИ ЕЛИ  
В ЗОНЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ**

Исследована анатомо-морфологическая структура хвои ели в зоне промышленных выбросов Красноуральского медеплавильного комбината.

Влияние промышленных выбросов на растения можно рассматривать на различных уровнях: биохимическом, физиологическом, анатомическом и биометрическом, когда визуально наблюдаются изменения таксационных характеристик деревьев и ухудшение их санитарного состояния. Изучение анатомо-морфологической структуры ассимиляционного аппарата древесных пород в условиях промышленного загрязнения может способствовать разработке методов ранней диагностики повреждения древостоев под действием вредных выбросов.

Изучение анатомо-морфологической структуры хвои ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) одно-дву- и трехлетнего возрастов проводилось в районе действия Красноуральского медеплавильного комбината (КМК). Основной компонент газообразных выбросов — диоксид серы. Ель сибирская является одной из основных лесообразующих хвойных пород региона, а особенности формирования анатомических структур ее ассимиляционного аппарата под действием выбросов предприятий цветной металлургии изучены слабо, особенно в плане возрастной динамики. Отбор образцов хвои производился с двух пробных площадей (ПП), расположенных в южном направлении от КМК: ПП—10 (зона сильной загазованности) — расстояние от КМК — 4 км и ПП—11 (зона умеренной загазованности) — расстояние от КМК — 8 км.

О состоянии ели на ПП свидетельствуют следующие данные: общее количество деревьев I и II категорий санитарного состояния (здоровые и ослабленные) на ПП—10 составляет 35%, тогда как на ПП—11 — 73,4%. Отбор образцов хвои производился в сентябре с трех деревьев II и III категорий санитарного состояния на каждой ПП. Хвоя отбиралась из нижней части южного сектора кроны, фиксировалась в растворе ФУС по методике Г. Г. Фурста (1979). Срезы выполнялись вручную. Изучение анатомического строения производили при помощи микроскопа МБИ—4. Площадь хвои рассчитывали по формуле, приведенной Н. В. Кармановой (1976).

Многие авторы (Николаевский и др., 1971; Николаевский, 1979; Закиров, Гиршевич, Ташмухамедова, 1990 и др.) считают, что образование более ксероморфных структур в анатомическом строении ассимиляционного аппарата древесных растений, в том числе и хвойных, под действием выбросов промпредприятий является положительным фактором, способствующим повышению устойчивости данного вида. Этот тезис подтверждается и нашими исследованиями (Менщиков и др., 1987) по изучению особенностей анатомо-морфологического строения ассимиляционного аппарата сосны обыкновенной и березы повислой, сформировавшихся в условиях магнетитового запыления. Некоторая ксероморфность наблюдалась нами у хвои лиственницы сибирской и ели сибирской и листьев березы пушистой в зоне действия Норильского горно-металлургического комбината на юге Таймыра (Сродных, Мигалина, 1990; Сродных, Власенко, 1991).

В связи с биологической спецификой ели (имеется в виду большая продолжительность жизни хвои — до 15 лет в нормальных условиях, до 5-7 лет — в условиях загазованности) одной из основных задач являлось выяснение вопроса, на каком этапе происходит формирование ксероморфных структур в анатомическом строении хвои под влиянием постоянно и длительно действующего фактора загазованности.

Рассматривая морфологические параметры хвои ели, следует отметить, что в условиях умеренной загазованности, приближающихся к нормальным (ПП—11), существенных изменений по длине, ширине и толщине хвои разных возрастов не наблюдалось (табл. 1). Однако у трехлетней хвои отмечено некоторое, но не достоверное уменьшение площади поверхности до 21,6 мм<sup>2</sup> по сравнению с двулетней — 27,0 мм<sup>2</sup> и однолетней — 27,2 мм<sup>2</sup>.

Таблица 1  
Морфологическая характеристика разновозрастной хвои ели  
на ПП-10 и ПП-11

№ ПП	Возраст хвои, лет	Длина хвои, мм	Ширина хвои, мкм	Толщина хвои, мкм	Площадь хвои, мм <sup>2</sup>
10	1	10,7±0,16	75,2±1,80	109,4±1,26	28,4±0,43
10	2	13,3±0,77	69,4±2,93	101,2±1,97	32,2±2,21
10	3	12,1±0,23	58,8±1,50	97,1±2,19	27,4±0,64
11	1	11,6±0,38	58,5±1,72	105,5±1,64	27,2±0,52
11	2	11,1±0,30	58,1±2,17	106,7±1,83	27,0±0,90
11	3	9,1±0,25	59,3±1,76	103,3±2,05	21,6±0,74

Примерно такие же закономерности прослеживаются и в анатомическом строении разновозрастной хвои (табл. 2). Однолетняя и двулетняя хвоя по толщине кутикулы, эпидермиса и числу смоляных ходов почти не отличаются, имеющиеся различия по толщине гиподермы не достовер-

ны. У трехлетней хвои при самых малых морфологических параметрах прослеживаются элементы ксерофитизации, в частности, утолщение покровных тканей. Число смоляных ходов у этой хвои меньше в два раза. Мы считаем, что это связано с влиянием неблагоприятных метеоусловий конца лета и начала осени 1986 г. на формирование листовых почек и затем формирование хвои 1987 г. Вегетационный период 1986 г. характеризовался холодным дождливым летом и ранними осенними заморозками. Продолжительность его составила 151 день, что на 10 дней меньше нормы, а продолжительность 15-градусного периода была на 23 дня меньше нормы (Агрометеорологический бюллетень..., 1986). Первые осенние заморозки отмечены уже 31 августа.

Таблица 2

**Анатомическая характеристика разновозрастной хвои ели  
на ПП-10 и ПП-11**

№№ ПП	Возраст хвои, лет	Толщина, мкм			Число смоляных ходов, шт
		кутикулы	эпидермиса	гиподермы	
10	1	6,3±0,14	6,5±0,18	13,4±0,28	0,2±0,08
10	2	6,8±0,14	6,8±0,17	13,8±0,32	1,4±0,17
10	3	5,9±0,25	6,4±0,20	8,9±0,34	0,5±0,15
11	1	6,5±0,21	6,8±0,21	11,4±0,44	1,0±0,16
11	2	6,4±0,21	6,8±0,17	12,1±0,26	1,0±0,16
11	3	7,1±0,32	8,0±0,25	11,4±0,27	0,5±0,11

Итак, неблагоприятный комплекс метеоусловий вегетационного периода 1986 г. способствовал формированию в 1987 г. ксероморфной хвои меньших размеров. Известно (Эсау, 1980), что факторы среды способны вызывать некоторую степень ксероморфности у мезоморфных в норме листьев. Отмечается также, что холод может вызвать более сильную степень ксероморфизма, чем недостаток влаги.

В зоне сильной загазованности (ПП—10) подобных закономерностей не обнаружено. По морфологическим признакам у разновозрастной хвои прослеживается довольно широкая амплитуда изменчивости (см. табл. 1). Если у двулетней хвои увеличивается площадь поверхности за счет увеличения ее длины по сравнению с однолетней, то у трехлетней хвои эти показатели снова довольно резко уменьшаются.

В анатомическом строении двулетней хвои наблюдаются некоторые элементы ксероморфности: утолщение эпидермиса и гиподермы (не достоверные на 5%-ом уровне значимости) и достоверное утолщение кутикулы. Число смоляных ходов также значительно возрастает. У трехлетней хвои происходит существенное (достоверное почти во всех случаях) уменьшение толщины гиподермы, покровных тканей и числа смоляных ходов по сравнению с аналогичными показателями у двулетней, а иногда и у однолетней хвои (см. табл. 2).

Таким образом, под влиянием загазованности на ПП-10 у двулетней хвои ели начинают проявляться некоторые признаки ксероморфности. Эта хвоя имеет большую площадь поверхности и наибольшее количество смоляных ходов. На трехлетней хвое не удалось проследить подобных анатомических перестроек, т. к. в этом случае произошло наложение двух неблагоприятных факторов: загазованности и холодного вегетационного сезона 1986 г., когда происходило формирование листовых почек хвои 1987 г. Этот суммарный неблагоприятный комплекс способствовал формированию ослабленной хвои, имеющей меньшие размеры, малое число смоляных ходов, более тонкую гиподерму и покровные ткани.

### Выводы

1. В условиях сильной загазованности в зоне средней тайги хвоя ели сибирской, начиная с двулетнего возраста, приобретает более ксероморфную анатомическую структуру, что способствует увеличению ее устойчивости к фактору загрязнения.

2. В целом, в условиях сильной и умеренной загазованности процессы, связанные с изменением строения хвои ели, на фоне различных естественных неблагоприятных факторов протекают по-разному.

### Библиографический список

Агрометеорологический бюллетень по Свердловской области за 1986 год. Свердловск, 1986. 50 с.

Закиров П. К., Гиршевич Е. И., Ташмухамедова З. З. Некоторые диагностические признаки устойчивости растений в техногенных условиях // Узб. биол. журнал, 1990. № 1. С. 32-35.

Карманова Н. В. Математические методы изучения роста и продуктивности растений. М.: Наука, 1976. 223 с.

Менщиков С. Л., Сродных Т. Б., Терехов Г. Г. Особенности химизма почв и анатомо-морфологического строения ассимиляционного аппарата сосны и березы в условиях магнезитового запыления // Экология, 1987. № 5. С. 84-87.

Николаевский В. С. Биологические основы газоустойчивости растений. Новосибирск: Наука, 1979. 280 с.

Николаевский В. С., Цодикова В. Н., Фиргер В. В. и др. Влияние анатомо-морфологического строения листьев и биологических особенностей декоративных растений на поглощение и газоустойчивость // Газоустойчивость растений. Пермь, 1971. Вып. 2. С. 5-53.

Сродных Т. Б., Власенко В. Э. Особенности анатомо-морфологического строения хвои лиственницы сибирской и ели сибирской в промышленном районе предлесотундры // Динамика лесных фитоценозов и экология насекомых вредителей в условиях антропогенного воздействия. Свердловск.: АН СССР, Уральское отделение. 1991. С. 51-57.

Сродных Т. Б., Мигалина С. В. Влияние выбросов сернистого ангидрида на анатомо-морфологическую структуру ассимиляционного аппарата основных лесообразующих пород // Первая Всесоюз. научн. конф. Растения и промышленная среда: Тез. докл. Днепропетровск, 1990. С. 80-82.

Фурст Г. Г. Методы анатомо-гистохимического исследования растительных тканей. М.: Наука, 1979. 154 с.

Эсау К. Анатомия семенных растений. Т. 1. М.: Мир, 1980. 218 с.