

УДК 630. 160:57. 017. 6

Н. В. Марина, Г. Н. Новоселова, Л. Г. Бабушкина
(Уральская государственная лесотехническая академия)

БИОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ХВОИ СОСНЫ В ЗОНЕ СИЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ФТОРИСТЫХ ЭКОТОКСИКАНТОВ

При сопоставлении ряда биохимических показателей, характеризующих процессы перекисного окисления липидов, антиокислительную и пигментную системы, выявлено, что отдельные особи сосны внутри того или иного класса роста характеризуются различным уровнем метаболических процессов в хвое, что может свидетельствовать о разном уровне их адаптации к промышленным токсикантам.

Действие экотоксикантов вызывает изменения уровня метаболизма в хвое сосны, глубина которых увеличивается по мере приближения к источнику загрязнения. Но внутри каждой популяции имеются особи, в разной степени приспособленные к данным условиям произрастания и, следовательно, различающиеся между собой интенсивностью процессов липопероксидации, активностью антиокислительной системы и уровнем разрушения пигментов.

В сезоне 1992 г. в популяции сосны обыкновенной искусственного происхождения, произрастающей на удалении 1,5 км от источника фтористых загрязнений, весной и осенью изучено состояние процессов перекисного окисления липидов, антиокислительной системы и пигментного обмена в хвое второго года жизни на модельных деревьях, относящихся к II (деревья № 1, 2 и 3) и IV (деревья № 4, 5 и 6) классам роста по Крафту. Результаты исследований представлены в таблице.

В весенний период содержание суммарного хлорофилла в хвое модельных деревьев IV класса роста в целом несколько выше (1,63-1,79 мг/г), чем в хвое деревьев II класса (1,39-1,55 мг/г). Осенью диапазон варьирования количества хлорофилла между деревьями IV класса возрос и составил 1,30-1,73 мг/г. Уменьшение уровня суммарного хлорофилла в этот период во всех особях, кроме дерева № 3, определяется в большей степени уменьшением количества хлорофилла «а», что вызвало и снижение величины отношения хлорофилла «а» к хлорофиллу «б».

При незначительных колебаниях в содержании зеленых пигментов различия между особями одного класса роста в интенсивности процессов перекисного окисления липидов более выражены, особенно это характерно для деревьев II класса роста весной (содержание малонового

диальдегида составляет 1,07-1,41 усл. ед.) и деревьев IV класса осенью (содержание малонового диальдегида 1,38-1,77 усл. ед.). При этом весной количество суммарных липидов в хвое отдельных особей внутри одного класса роста одинаковое, хотя в целом в хвое особей II класса их содержание выше. Следует отметить, что в каждой группе модельных деревьев выделяется по одному дереву (№ 2 и 5), у которых относительно других особей соответствующих классов роста повышено количество свободных жирных кислот, а интенсивность процессов липопероксидации снижена, исходя из уровня малонового диальдегида. Осенью количество липидов увеличивается в хвое деревьев обоих классов, кроме дерева № 1, но остается одинаковым для всех модельных деревьев IV класса роста. Среди особей II класса дерево № 3 отличается достоверно повышенным содержанием суммарных липидов. Уровень свободных жирных кислот в хвое осенью тоже увеличивается по сравнению с весной для всех модельных деревьев, за исключением № 1 и 4.

Наиболее выражены различия между модельными деревьями в уровне показателей антиокислительной системы, кроме каротиноидов.

По величине активности пероксидазы в группе особей IV класса роста выделяется дерево № 4, в хвое которого весной уровень активности фермента наибольший среди данного класса роста, а осенью — наименьший. При этом весной и осенью содержание малонового диальдегида в хвое этого дерева одинаковое, а количество хлорофилла осенью меньше, чем весной. В группе модельных деревьев II класса активность пероксидазы практически одинаковая, осенью величина ее уменьшается, а различия между особями становятся более выраженными (0,058-0,072 усл. ед.).

Очень большая вариабельность среди модельных деревьев отмечается по содержанию катехинов. В весенний период лимиты составляют 1,32-2,14 и 1,81-2,56% для особей II и IV классов роста соответственно. Осенью уровень катехинов в хвое увеличивается, но различия между деревьями сохраняются: лимиты составляют 1,74-2,57% для особей II класса и 2,51-3,04% для особей IV класса. Количество флавонолов в хвое модельных деревьев варьирует особенно заметно осенью для особей IV класса роста. В осенний период, в отличие от катехинов, содержание флавонолов уменьшается, наиболее сильно в хвое дерева № 2 (в 2,1 раза).

Содержание аскорбиновой кислоты в хвое деревьев II класса весной в целом несколько ниже (315,9-485,7 мг%), чем для деревьев IV класса (379,7-493,7 мг%), и различия между ними более выражены. Осенью в хвое деревьев № 1 и 2 наблюдается интенсивное накопление аскорбиновой кислоты (увеличение на 38% относительно весеннего уровня). В модельном дереве № 3, в хвое которого весной количество аскорбиновой кислоты было максимальным в группе II класса роста, интенсивность накопления аскорбиновой кислоты ниже на 16%, за счет чего различия внутри данной группы особей уменьшаются. В группе модельных деревьев IV класса повышение содержания аскорбиновой кислоты отмечено

Уровень биохимических показателей в хвое модельных деревьев сосны

Сезон года	Класс роста по Крафту и номер модельного дерева					
	II класс роста			IV класс роста		
	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7
	Сумма хлорофиллов, мг/г					
Весна	1,54±0,01	1,39±0,02	1,55±0,02	1,63±0,02	1,79±0,04	1,66±0,04
Осень	1,51±0,02	1,40±0,02	1,41±0,01	1,30±0,03	1,73±0,02	1,58±0,02
	Хлорофилл «а», мг/г					
Весна	1,24±0,00	1,14±0,02	1,25±0,02	1,34±0,01	1,42±0,03	1,34±0,02
Осень	1,17±0,02	1,11±0,01	1,14±0,01	1,05±0,01	1,34±0,01	1,24±0,01
	Хлорофилл «б», мг/г					
Весна	0,29±0,01	0,25±0,01	0,29±0,01	0,29±0,01	0,36±0,01	0,32±0,02
Осень	0,34±0,03	0,30±0,01	0,26±0,01	0,25±0,02	0,39±0,01	0,34±0,01
	Малоновый диальдегид, усл. ед.					
Весна	1,41±0,02	1,07±0,03	1,29±0,03	1,40±0,03	1,28±0,03	1,32±0,02
Осень	1,25±0,04	1,25±0,08	1,30±0,04	1,38±0,06	1,43±0,06	1,77±0,08
	Сумма липидов, мг/г					
Весна	341,0±13,5	303,5±5,7	311,6±4,2	294,5±2,0	275,0±7,7	286,8±1,2
Осень	315,9±1,7	324,8±1,1	346,6±6,4	321,3±5,7	318,0±1,0	320,3±0,1
	Свободные жиные кислоты, усл. ед.					
Весна	86,7±0,2	94,2±1,5	87,5±2,1	76,6±2,1	104,3±2,8	89,1±1,4
Осень	84,0±3,1	101,3±0,8	93,8±5,6	86,6±4,6	110,1±0,9	107,6±0,4

1	2	3	4	5	6	7
Весна	0,090±0,004	0,081±0,002	Активность пероксидазы, усл. ед. 0,087±0,001	0,120±0,003	0,072±0,002	0,105±0,004
Осень	0,072±0,001	0,058±0,001	0,068±0,001	0,056±0,001	0,071±0,001	0,077±0,002
Весна	2,14±0,07	1,52±0,03	Катехины, % 1,32±0,04	1,81±0,11	2,56±0,05	2,33±0,09
Осень	2,57±0,12	1,74±0,13	2,56±0,09	2,51±0,04	3,24±0,17	3,04±0,00
Весна	0,99±0,01	0,90±0,03	Флавонолы, % 0,75±0,08	1,11±0,04	0,70±0,04	0,96±0,01
Осень	0,68±0,04	0,42±0,01	0,58±0,01	0,91±0,02	0,84±0,05	0,63±0,09
Весна	343,6±1,7	315,9±2,5	Аскорбиновая кислота, мг % 485,7±1,2	493,7±3,5	436,8±1,5	379,7±1,5
Осень	472,4±3,4	435,9±4,6	563,2±1,5	617,1±4,2	429,3±3,7	394,7±1,8
Весна	0,50±0,01	0,51±0,01	Каротиноиды, мг/г 0,57±0,01	0,55±0,01	0,64±0,01	0,55±0,01
Осень	0,57±0,02	0,56±0,01	0,60±0,01	0,55±0,01	0,69±0,01	0,56±0,01
Весна	70,0±3,5	72,4±6,1	Свободный пролин, мг/г 108,9±1,1	72,6±2,3	65,4±3,1	89,4±1,9
Осень	50,7±2,5	57,9±0,6	46,3±1,6	51,8±5,3	53,6±4,5	64,4±1,8

только для дерева № 4, вследствие чего варьирование данного показателя стало более выраженным.

По количеству свободного пролина в хвое среди всех модельных деревьев выделяется дерево № 2, характеризующееся весной максимальным и осенью минимальным уровнем этого соединения.

Сопоставляя показатели, характеризующие процессы липопероксидации, антиокислительную и пигментную системы, можно сделать вывод, что отдельные деревья внутри того или иного класса роста характеризуются различным уровнем метаболических процессов в хвое, что свидетельствует, вероятно, о разном уровне их адаптации к промышленным токсикантам. Этот уровень у разных особей и в разные периоды вегетации поддерживается комплексом компонентов защитной системы клетки в различном их сочетании и в разной степени выраженном изменении их количества.