

ВЛИЯНИЕ ХЛОРИСТОГО ВОДОРОДА НА АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТА ПЕРОКСИДАЗЫ

А.М. НИКОЛАЙЧУК, кандидат биологических наук

Центральный ботанический сад НАН Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь

Введение

Хлористый водород является опасным ингредиентом загрязнения воздуха. Источниками его поступления в окружающую среду являются предприятия по производству эластомеров, резиновых изделий, шин, кирпича, керамики, а также химические предприятия, производящие инсектициды, гербициды, соляную кислоту, гидролизный спирт, хлорную известь, соду, хлорсодержащие пестициды [4]. Имеются данные об исключительной фитотоксичности хлористого водорода [2], однако сведения о его влиянии на растительность крайне ограничены [2, 4, 8]. Хлористый водород поглощается клетками растений, растворяется в пленочной воде оболочек клеток мезофилла и через липопротеидные мембраны проникает внутрь клеток, накапливается в цитоплазме и клеточных органоидах, вызывая нарушение важнейших звеньев метаболизма, роста и развития растений [5, 8]. Для характеристики устойчивости растений в экстремальных условиях произрастания ряд авторов предлагают использовать пероксидазную активность тканей [3, 6-8]. Они считают, что одной из основных функций пероксидазы является защита организма от вредного действия перекиси [8]. Повышение активности пероксидазы в листьях древесных растений под влиянием атмосферных поллютантов является следствием глубокой перестройки метаболических процессов, в частности дыхательных систем, для реализации защитно-приспособительных возможностей растений и поддержания гомеостаза клеток в экстремальных условиях произрастания [8]. В связи с этим высказывается предложение использовать степень ферментативной активности пероксидазы в листьях.

Целью данной работы явилось изучение влияния хлористого водорода на активность фермента пероксидазы различных видов растений на протяжении вегетационного периода.

Объекты и методы исследования

В процессе изучения устойчивости растений к хлористому водороду мы определяли пероксидазную активность тканей 26 видов лиственных аборигенных и интродуцированных деревьев и кустарников из дендрария ЦБС НАН Беларуси. Для проведения опыта листья тестовых растений фумигировали хлористым водородом в течение одного часа. Активность фермента определяли методом А.Н. Бояркина [1]. Метод основан на измерении времени, за которое опытный раствор достигает определенной оптической плотности. Пероксидазную активность лиственных деревьев и кустарников изучали на протяжении всего вегетационного периода. Данные статистически обработаны и сведены в таблицы.

Результаты исследований и их обсуждение

Анализ результатов показал, что воздействие хлористого водорода на листопадные деревья и кустарники приводит к повышению активности пероксидазы. У группы газоустойчивых растений (рододендрон кэтевбинский, виноград лапчатый, виноград амурский, барбарис Тунберга, девичий виноград пятилисточковый, жимолость обыкновенная, пузыреплодник калинолистный, клен ложноплатановый, кирказон крупнолистный, ива белая шелковистая) активность пероксидазы возросла до 209,1% по сравнению с контролем (табл. 1).

В листьях среднеустойчивых растений (жимолость каприфоль, древогубец круглолистный, лимонник китайский, тополь канадский, конский каштан обыкновенный, бук лесной пурпунолистный, клен ясенелистный, береза повислая, лещина обыкновенная, вяз шершаволистный, свидина белая, ясень обыкновенный, виноград лисий, клен серебристый) активность пероксидазы возросла в большей степени (до 491,6%), чем у растений, проявляющих высокую устойчивость к действию HCl (табл. 1).

Для группы неустойчивых растений, к которой мы отнесли клен остролистный и липу мелколистную, характерно снижение пероксидазной активности тканей (табл. 1). Уменьшение активности пероксидазы у группы неустойчивых к хлористому водороду видов может быть обусловлено общим снижением скорости метаболических реакций и ингибированием фермента токсическим газом.

Таблица 1

Влияние хлористого водорода на активность пероксидазы в листьях различных видов древесных растений в весенний, летний и осенний периоды вегетации

Вид растения	Вариант	Активность ПО, $\bar{X} \pm S \bar{x}$ (май)	Активность ПО, $\bar{X} \pm S \bar{x}$ (июль)	Активность ПО, $\bar{X} \pm S \bar{x}$ (октябрь)
1	2	3	4	5
жимолость обыкновенная <i>Lonicera xylosteum</i> L.	контроль	2,63±0,117	1,68±0,219	3,28±0,129
	HCl	5,16±0,351	3,20±0,212	6,85±0,460
	P двухстороннее	0,001	0,001	0,001
	% к контролю	196,4	190,8	209,1
ива белая шелковистая <i>Salix alba</i> L. 'Sericea'	контроль	0,70±0,027	0,83±0,035	2,40±0,026
	HCl	1,23±0,146	1,25±0,045	4,33±0,156
	P двухстороннее	0,001	0,001	0,001
	% к контролю	177,2	150,3	180,1
барбарис Тунберга <i>Berberis thunbergii</i> DC.	контроль	0,05±0,001	не идет	0,05±0,005
	HCl	0,08±0,006	не идет	0,09±0,002
	P двухстороннее	0,003		0,001
	% к контролю	148,1		156,4
кирказон крупнолистный <i>Aristolochia macrophylla</i> Lam.	контроль	0,17±0,002	0,61±0,014	0,91±0,053
	HCl	0,20±0,002	0,99±0,054	1,54±0,140
	P двухстороннее	0,001	0,001	0,001
	% к контролю	114,9	161,4	169,3
клен ложноплатановый <i>Acer pseudoplatanus</i> L.	контроль	0,13±0,003	0,06±0,001	0,26±0,005
	HCl	0,17±0,004	0,08±0,002	0,44±0,006
	P двухстороннее	0,001	0,005	0,001
	% к контролю	129,9	133,9	169,4
1	2	3	4	5
пузыреплодник калинолистный	контроль	0,03±0,001	0,04±0,001	0,07±0,001
	HCl	0,05±0,002	0,04±0,005	0,11±0,003

<i>Physocarpus opulifolius</i> (L.) Maxim.	Р	0,001	0,001	0,001
	двухстороннее			
древогубец круглолистный <i>Celastrus orbiculatus</i> Thunb.	% к контролю	157,1	115,4	162,3
	контроль	0,76±0,027	1,01±0,073	1,46±0,221
	НСI	1,43±0,163	1,57±0,065	2,11±0,064
	Р	0,001	0,001	0,010
жимолость каприфоль <i>Lonicera caprifolium</i> L.	двухстороннее			
	% к контролю	187,8	157,7	145,0
	контроль	0,08±0,007	0,21±0,013	0,47±0,013
	НСI	0,17±0,003	0,45±0,022	0,22±0,032
тополь канадский <i>Populus canadensis</i> L. `Regenerata`	Р	0,001	0,019	0,001
	двухстороннее			
	% к контролю	219,7	211,7	211,3
	контроль	5,51±0,604	7,12±0,337	2,80±0,044
бук лесной пурпурнолистный <i>Fagus sylvatica</i> L. `Atropuniceae`	НСI	18,55±0,889	17,58±0,888	7,96±0,081
	Р	0,001	0,001	0,001
	двухстороннее			
	% к контролю	336,8	246,9	284,8
лещина обыкновенная <i>Corylus avellana</i> L.	контроль	0,53±0,017	0,37±0,008	0,41±0,036
	НСI	1,30±0,085	0,75±0,045	0,95±0,129
	Р	0,001	0,001	0,006
	двухстороннее			
свидина белая <i>Swida alba</i> L.	% к контролю	247,7	229,8	233,1
	контроль	0,22±0,004	0,09±0,001	0,27±0,006
	НСI	0,71±0,018	0,30±0,003	0,94±0,072
	Р	0,001	0,001	0,003
береза повислая <i>Betula pendula</i> Roth.	двухстороннее			
	% к контролю	316,9	347,1	348,9
	контроль	0,08±0,004	не идет	не идет
	НСI	0,22±0,002	не идет	не идет
вяз шершаволистный <i>Ulmus scabra</i> Mill.	Р	0,001		
	двухстороннее			
	% к контролю	293,4		
	контроль	1,56±0,257	1,25±0,007	0,25±0,017
конский каштан обыкновенный <i>Aesculus hippocastanum</i> L.	НСI	0,58±0,081	3,38±0,113	0,66±0,059
	Р	0,002	0,001	0,001
	двухстороннее			
	% к контролю	317,3	269,6	259,1
ясень	контроль	1,51±0,044	2,50±0,508	1,34±0,159
	НСI	7,42±0,137	9,92±1,121	4,82±0,548
	Р	0,001	0,001	0,001
	двухстороннее			
конский каштан обыкновенный <i>Aesculus hippocastanum</i> L.	% к контролю	491,6	396,9	359,6
	контроль	0,63±0,048	0,85±0,019	1,21±0,014
	НСI	2,36±0,058	2,84±0,090	4,71±0,293
	Р	0,001	0,001	0,001
ясень	двухстороннее			
	% к контролю	376,8	334,5	388,2
ясень	контроль	1,46±0,119	1,56±0,121	1,14±0,063
	двухстороннее			

обыкновенный <i>Fraxinus excelsior</i> L.	НСI	4,75±0,591	3,99±0,063	3,35±0,144
	Р двухстороннее	0,002	0,003	0,001
	% к контролю	325,0	255,9	294,8
клен ясенелистный <i>Acer negundo</i> L.	контроль	0,32±0,011	0,32±0,002	2,07±0,026
	НСI	0,92±0,030	1,03±0,084	5,80±0,040
	Р двухстороннее	0,001	0,001	0,001
	% к контролю	291,1	322,8	280,4
лимонник китайский <i>Schizandra chinensis</i> (Turcz.) Baill.	контроль	0,41±0,011	0,56±0,008	0,50±0,038
	НСI	1,14±0,006	1,56±0,012	1,39±0,021
	Р двухстороннее	0,001	0,001	0,001
	% к контролю	273,8	280,9	275,7
1	2	3	4	5
клен серебристый <i>Acer saccharinum</i> L.	контроль	1,22±0,022	4,55±0,062	0,22±0,027
	НСI	2,73±0,002	10,50±0,638	0,59±0,044
	Р двухстороннее	0,002	0,001	0,001
	% к контролю	223,4	230,8	269,2
липа мелколистная <i>Tilia cordata</i> Mill.	контроль	3,02±0,047	2,62±0,012	0,49±0,001
	НСI	2,10±0,141	1,80±0,050	0,36±0,006
	Р двухстороннее	0,001	0,001	0,001
	% к контролю	69,4	68,6	73,9
клен остролистный <i>Acer platanoides</i> L.	контроль	0,12±0,001	0,13±0,001	1,18±0,001
	НСI	0,08±0,001	0,10±0,001	1,01±0,004
	Р двухстороннее	0,001	0,001	0,001
	% к контролю	70,7	76,3	85,8
рододендрон кэтевбинский <i>Rhododendron</i> <i>catawbiense</i> Michx.	контроль	не идет	не идет	не идет
	НСI	не идет	не идет	не идет
виноград амурский <i>Vitis amurensis</i> Rupr.	контроль	не идет	не идет	не идет
	НСI	не идет	не идет	не идет
виноград лисий <i>Vitis vulpina</i> L.	контроль	не идет	не идет	не идет
	Опыт	не идет	не идет	не идет
девичий виноград пятилисточковый <i>Parthenocissus</i> <i>quinquifolia</i> L.	контроль	не идет	3,16±0,003	3,92±0,067
	НСI	не идет	не идет	4,86±0,026
	Р двухстороннее			0,001
виноград лапчатый <i>Vitis palmata</i> Vahl.	контроль	не идет	не идет	не идет
	НСI	не идет	не идет	не идет

Выводы

Исследования показали, что хлористый водород оказывает влияние на активность пероксидазы исследуемых растений, причем ответные реакции различных видов деревьев и кустарников на действие изучаемого поллютанта неоднозначны. Наибольшую активность фермент проявляет у группы устойчивых и среднеустойчивых видов. Повышение пероксидазной активности в условиях загрязненного атмосферного воздуха является защитной реакцией, направленной на детоксикацию перекисных соединений и поддержание гомеостаза клеток в экстремальных условиях. Для растений, обладающих низкой толерантностью к хлористому водороду, характерно уменьшение пероксидазной активности тканей, что связано с ингибированием фермента хлористым водородом. Наибольшая активность фермента наблюдается в осенний и весенний периоды вегетации.

Список литературы

1. Гавриленко В.Ф., Ладыгина М.Е., Хандобина Л.М. Большой практикум по физиологии растений: Учеб. пособ. – М.: Высш. шк., 1975. – 392 с.
2. Гудериан Р. Загрязнение воздушной среды. – М.: Мир, 1979. – 200 с.
3. Доманская Э.Н., Стрекозова В.И. Активность окислительных ферментов у некоторых видов вечнозеленых растений в связи с их морозостойкостью // Бюлл. Глав. ботан. сада. – 1971. – Вып. 81. – С. 92-96.
4. Илькун Г.М. Загрязнители атмосферы и растения. – Киев: Наук. думка, 1978. – 246 с.
5. Николаевский В.С. Биологические основы газоустойчивости древесных растений. – Новосибирск: Наука, 1979. – 280 с.
6. Олейникова Т.В., Пушина Р.Н. Изменения в изоферментных спектрах и активности пероксидазы в листьях пшеницы при действии повышенной и высокой температуры // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции ВНИИ растениеводства. – 1979. – Т. 64. – С. 23-29.
7. Рачковская М.М., Ким Л.О. Изменение активности некоторых оксидаз как показатель адаптации растений к условиям промышленного загрязнения // Газоустойчивость растений: Зб. научн. работ. – Новосибирск, 1980. – С. 117-126
8. Сергейчик С.А. Устойчивость древесных растений в техногенной среде. – Мн.: Навука і тэхніка, 1994. – 279 с.

Рекомендовано к печати к.б.н. Рихтером А.А.