

УДК 001(08)

ББК 72я431

И 328

Главный редактор – доктор физ.-мат. наук, профессор Е.Д. Родионов

И 328

Избранные труды международной конференции «Ломоносовские чтения на Алтае: фундаментальные проблемы науки и образования», Барнаул, 14-17 ноября, 2017. – Барнаул : Алт. гос. ун-т, 2017. – Часть 2. – 237 с.

ISBN —

Выпуск содержит материалы докладов, представленных на пленарной части международной конференции «Ломоносовские чтения на Алтае: фундаментальные проблемы науки и образования», а также доклады победителей конкурса молодых ученых. Доклады приводятся в соответствии с научной программой конференции.

Статьи могут быть интересны специалистам, работающим в области образования, науки и техники, аспирантам, студентам.

Издание сборника трудов стало возможным благодаря финансовой поддержке РФФИ (проект № 17-16-22502 г(р)) и администрации Алтайского края.

УДК 001(08)

ББК 72я431

ISBN —

© Оформление.

Алтайский государственный
университет, 2017

УДК 574.24

Динамика активности пероксидазы в листьях березы повислой в условиях города Барнаула

Красилов М.А., Хлебова Л.П.

Алтайский государственный университет
mishakraz@mail.ru, hlebova61@mail.ru

Аннотация

Установлено повышение уровня функциональной активности одного из ключевых окислительно-восстановительных ферментов – пероксидазы, входящего в пул компонентов АОС, в листьях березы повислой, произрастающей вблизи перекрестков г. Барнаула с различной интенсивностью транспортного потока. Данный факт свидетельствует об активации метаболических процессов в растительном организме, предположительно связанных с активными детоксикационными процессами на фоне выбросов в атмосферу выхлопных газов работающего автотранспорта.

Введение. В условиях техногенной нагрузки происходят различные изменения морфологических, биохимических и других характеристик древесных растений [1, 2]. Чаще всего это адаптивные изменения, наблюдаемые при небольших концентрациях загрязнителей в окружающей среде. Влияние высоких доз поллютантов и их длительное воздействие могут приводить к более существенным аномалиям развития. Выявление подобных отклонений позволяет оценить качество окружающей среды, в которой развиваются исследуемые объекты [3, 4, 5]. Одним из ранних ответов на стресс является индукция активных форм кислорода (АФК), получивших название “окислительный взрыв” [6]. Динамическое равновесие между генерацией АФК и их ликвидацией обусловлено работой многокомпонентной системы антиоксидантной защиты (АОС), включающей низко- и высокомолекулярные вещества, одним из которых является пероксидаза – гемосодержащий гликопротеид, относящийся к защитным белкам PR-9 класса [7, 8]. Целью данной работы явилась оценка динамики активности данного ферmenta в вегетативных органах березы повислой, произрастающей вблизи различных перекрестков г. Барнаула.

Материалы и методы. Исследования проведены в летний период 2016 г. Сбор листьев березы повислой осуществляли в 2 срока: в июне и сентябре. Для сбора проб были определены 12 перекрестков с высокой, средней и низкой интенсивностью движения автотранспорта. Контрольной площадкой служила условно “чистая” территория в районе садоводства “Барнаульское”. Определение пероксидазной функции проводили по методу А.Н. Бояркина [9]. На исследуемых участках города осуществляли мониторинг загрязнения атмосферы выхлопами автотранспорта путем подсчета плотности потока автомобилей. Статистический анализ данных проводили с использованием пакета Microsoft Excel 2010.

Результаты и обсуждение. Данные биохимических исследований функциональной активности пероксидазы в образцах листьев березы повислой, отобранных в июне, представлены в таблице 1. Средний уровень признака составил $0,32 \pm 0,08$ усл. ед. / г сырой массы, обнаруживая существенное варьирование в зависимости от места сбора материала. Максимальный показатель выявлен в районе перекрестка ул. Гущина – ул. Кавалерийская – $0,55 \pm 0,04$ усл. ед., минимальный – в районе перекрестка ул. Г. Исакова – ул. 2-ая Западная – $0,07 \pm 0,01$ усл. ед. В подавляющем большинстве случаев установлены статистически значимые различия параметра относительно контрольного значения.

Анализ материала, собранного в сентябре в тех же локациях, демонстрировал более широкий размах изменчивости. Пределы варьирования признака составили от $0,90 \pm 0,07$ до $0,19 \pm 0,01$ усл. ед. (табл. 2). Две пробы проявили пероксидазную активность на уровне контроля, представляющего конститутивный уровень фермента.

Таблица 1 – Активность пероксидазы в листьях березы повислой в условиях г. Барнаула (июнь, 2016 г.), усл. ед. / г сырой массы

Точка отбора пробы	Активность пероксидазы	Точка отбора пробы	Активность пероксидазы
Ул. Гущина – ул. Кавалерийская	$0,55 \pm 0,04^*$	Ул. Павловский тракт – ул. Бабуркина	$0,32 \pm 0,06^*$
Ул. Попова – ул. Балтийская	$0,42 \pm 0,04^*$	Пр. Строителей – ул. Ядринцева	$0,29 \pm 0,04^*$
Пр. Комсомольский – ул. Пролетарская	$0,40 \pm 0,05^*$	Ул. Профинтерна – пр. Калинина	$0,27 \pm 0,04^*$
Ул. Э. Алексеевой – ул. Глушкова	$0,37 \pm 0,03^*$	Пр. Ленина – пр. Космонавтов	$0,26 \pm 0,02^*$
Пр. Социалистический – ул. Молодежная	$0,36 \pm 0,01^*$	Ул. Солнечная Поляна – ул. Энтузиастов	$0,25 \pm 0,02^*$
Ул. Юрина – ул. Островского	$0,33 \pm 0,02^*$	Ул. Г. Исакова – ул. 2-ая Западная	$0,07 \pm 0,01$
Среднее			$0,32 \pm 0,08^*$
Контроль			$0,07 \pm 0,01$

Примечание. * – различия с контролем достоверны при $p \leq 0,05$.

Сравнение данных, полученных в разные периоды отбора проб, показали, что активность пероксидазы в листьях березы повислой, произрастающей на опытных территориях, в 4,6 и 1,6 раза превысила контрольный показатель для материала, собранного в июне и сентябре, соответственно.

Таблица 2 – Активность пероксидазы в листьях березы повислой в условиях г. Барнаула (сентябрь, 2016 г.), усл. ед. / г сырой массы

Точка отбора пробы	Активность пероксидазы	Точка отбора пробы	Активность пероксидазы
Ул. Гущина – ул. Кавалерийская	$0,90 \pm 0,07^*$	Ул. Попова – ул. Балтийская	$0,34 \pm 0,04^*$
Пр. Социалистический – ул. Молодежная	$0,57 \pm 0,05^*$	Ул. Профинтерна – пр. Калинина	$0,34 \pm 0,06^*$
Пр. Комсомольский – ул. Пролетарская	$0,44 \pm 0,05^*$	Ул. Павловский тракт – ул. Бабуркина	$0,29 \pm 0,05^*$
Ул. Э. Алексеевой – ул. Глушкова	$0,43 \pm 0,03^*$	Ул. Солнечная Поляна – ул. Энтузиастов	$0,29 \pm 0,03$
Пр. Строителей – ул. Ядринцева	$0,43 \pm 0,03^*$	Ул. Юрина – ул. Островского	$0,24 \pm 0,03$
Пр. Ленина – пр. Космонавтов	$0,36 \pm 0,01^*$	Ул. Г. Исакова – ул. 2-ая Западная	$0,19 \pm 0,01^*$
Среднее			$0,38 \pm 0,05^*$
Контроль			$0,24 \pm 0,05$

Примечание. * – различия с контролем достоверны при $p \leq 0,05$.

Уровень признака в среднем по всем локациям был максимальным в осенний период, составив 0,38 усл. ед. / г сырой массы. При этом не зависимо от времени сбора материала наблюдали значительное варьирование исследуемого параметра в зависимости от места расположения опытного участка. Минимальный уровень активности фермента установлен у березы повислой на перекрестке ул. Г. Исакова – 2-ая Западная (0,07 и 0,19 усл. ед.), для которого характерна низкая интенсивность движения. Особенno активная стимуляция работы пероксидазы зафиксирована в пробах листьев с участков, расположенных на перекрестках ул. Гущина – ул. Кавалерийская и пр. Социалистический – ул. Молодежная.

Двухфакторный дисперсионный анализ подтвердил достоверность различий данных как в зависимости от сезона сбора материала ($F_{\text{факт.}} = 6,01$), так и территориального расположения перекрестка ($F_{\text{факт.}} = 6,44$). Оценка вклада значимых факторов варьирования активности пероксидазы в свежесобранных листьях березы позволила определить ведущий, которым оказался район произрастания объекта исследования. Его доля составила 52,60% в общей изменчивости признака (рис.). Сезон отбора проб более чем в 10 раз уступал по значимости данному источнику вариабельности (4,70%).

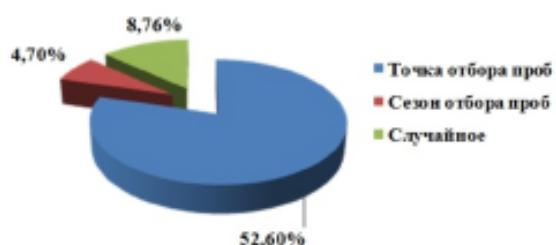


Рисунок 1. Доли вклада сезона отбора материала и места произрастания объекта в активность пероксидазы в листьях березы повислой

Корреляционный анализ показал высокий уровень взаимосвязи между значениями, полученными в разные периоды вегетации объекта. Коэффициент корреляции положителен и составил 0,76, подтверждая сходство в изменчивости признака у деревьев одной и той же территории на уровне 57,76%. Учитывая столь высокий уровень зависимости функциональной активности пероксидазы от территориального расположения исследуемых участков произрастания березы, представляло интерес оценить интенсивность движения автотранспорта через данные перекрестки. Показатель Ксо варьировал от 3,5 до 23,3 мг/м³. На перекрестках с регулируемым движением автотранспорта (наличие светофоров) уровень загрязнения окисью углерода превышал значения, рассчитанные для нерегулируемых перекрестков. Так, например, максимальная концентрация в первом случае достигала 23,3 мг/м³ (ул. Профинтерна – пр. Калинина), а во втором – на 30% ниже, составив 16,2 мг/м³ (ул. Э. Алексеевой – ул. Глушкова).

Сравнение функциональной активности пероксидазы листьев березы, произрастающей, вблизи перекрестков с разной транспортной нагрузкой показало, что материал, отобранный в июне, не различался по ферментативной активности в зависимости от того регулировался либо нет автотранспортный узел. Однако в сентябре месяце мы выявили статистически значимые различия. При этом в районе нерегулируемого движения скачок был более существенным, что, вероятно, можно объяснить активным включением в работу других компонентов антиоксидантной системы на фоне возрастающей антропогенной нагрузки в форме выхлопных газов от автотранспорта, стоящего на перекрестках, пережидая переключения сигнала светофора.

Заключение. Установлено повышение уровня функциональной активности одного из ключевых окислительно-восстановительных ферментов – пероксидазы, входящего в пул

компонентов АОС, в листьях березы повислой, произрастающей вблизи перекрестков г. Барнаула с различной интенсивностью транспортного потока. Данный факт свидетельствует об активации метаболических процессов в растительном организме, предположительно связанных с активными детоксикационными процессами на фоне выбросов в атмосферу выхлопных газов работающего автотранспорта.

Библиографический список

1. Бухарина И.Л. Эколого-биологические особенности адаптации древесных растений в условиях урбосреды // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2008. – Т.10, №2. – С. 607-612.
2. Кулагин А.А., Шагиева Ю.А. Древесные растения и биологическая консервация промышленных загрязнителей. – М.: Наука, 2005. – 190 с.
3. Прасад М.Н. Практическое использование растений для восстановления экосистем, загрязненных металлами // Физиология растений. – 2003. – Т.50, №5 – С. 764-780.
4. Двоеглазова А.А. Эколого-биологические особенности древесных и травянистых растений в насаждениях урбанизированной промышленного центра (на примере г. Ижевска): автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Уфа, 2009. – 21 с.
5. Горелова С.В., Гарифзянов А.Р., Ляпунов С.М., Горбунов А.В., Окина О.И., Фронтасьева М.В. Оценка возможности использования древесных растений для биоиндикации и биомониторинга выбросов предприятий металлургической промышленности // Проблемы биогеохимии и геохимической экологии. – 2010. – №1(12). – С.155-163.
6. Колупаев Ю.Е. Активные формы кислорода в растениях при действии стрессоров: образование и возможные функции // Вестник Харьковского национального аграрного университета. Сер. Биология. – 2007. – Вып.3(12). – С. 6-26.
7. Гарифзянов А.Р., Горелова С.В., Иванищев В.В., Загоскина Н.В. Роль низкомолекулярных антиоксидантов в устойчивости древесных растений в техногенно загрязненной среде // Аграрная Россия. – 2009. – Спец. вып. – С. 116-118.
8. Гарифзянов А.Р., Горелова С.В., Иванищев В.В., Музрафов Е.Н. Сравнительный анализ активности компонентов антиоксидантной системы древесных растений в условиях техногенного стресса // Известия Тульского государственного университета. Естественные науки. – 2009. – С. 45-48.
9. Гавриленко В.Ф., Ладыгина М.Е., Хандобина Л.М. Большой практикум по физиологии растений. – М.: Высшая школа, 1975. – 391 с.