

кейін топырақтың бетінен сорбентті алып, топырақтағы мұнай өнімінің мөлшерін гравиметриялық әдіспен анықтаймыз.

Зерттеу көрсеткіші бойынша жүн үшін мұнайды шығару дәрежесі –30% жоғары.

Түйіндеме

- Ауылшаруашылық тауарларына деген сұраныс артады.
- Экологиялық көзқарас бойынша ҚР аз ластанады.
- Жұмыс орыны көбейеді.
- Жаңа құрылыс материалы пайда болады.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Козыбаева Ф. Почвы Казахстана. Проблемы и пути их решения. Газета Деловой Казахстан, 03.07.2014 г.

2. Экологические проблемы Казахстана на современном этапе <http://bankreferatov.kz/ecologiya/60-ekoproblemurk.html>

3. О. Б. Сопрунова, А. Ш. Акжигитов, А. А. Казиев. Способы очистки почв от загрязнения нефтью и нефтепродуктами, применяя микробные биотехнологии // Молодой ученый. -2015. №7. - С. 240-242.

4. Кудайбергенов К.К., Мусакулова М.К., Онгарбаев Е.К., Мансуров З.А. Карбонизованные сорбенты на основе рисовой шелухи для очистки вод от нефтяных загрязнений // Научно-технологическое развитие нефтегазового комплекса: Доклады Восьмых Международных научных Надировских чтений. – Алматы, 2010. – С. 531-536.

УДК 577.12+582.795

ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ВОССТАНОВЛЕННОГО ГЛУТАТИОНА В ЛИСТЯХ ДЕРЕВЬЕВ РОДА *TILIA* L. В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Алексеева Анна Анатольевна

annakislaja@rambler.ru

Аспирантка Днепропетровского национального университета им. О. Гончара,
Днепропетровск, Украина

Хромых Нина Александровна

Khromykh58@rambler.ru

Научный сотрудник НИИ биологии Днепропетровского национального университета
им. О. Гончара, Днепропетровск, Украина
Научный руководитель – Лихолат Ю.В.

Проблема загрязнения окружающей среды особенно остро стоит в регионах Украины с высокой долей промышленного производства. К таковым относится г. Днепропетровск, для которого характерно наличие большого числа предприятий металлургического, машиностроительного и химического профилей, а также транзитных транспортных магистралей. В урбанизованных условиях в окружающую среду вместе с промышленными выбросами попадают токсиканты, принадлежащие к разным химическим классам, образуя ее комплексное загрязнение [1].

Восстановление экосистем при помощи зеленых растений с каждым годом приобретает все более распространенный характер в передовых странах. Зеленые насаждения помогают очистить воздушный бассейн городов от пыли, газов, дыма и копоти. Однако, играя роль «зеленых фильтров», городская растительность подвергается сильнейшему стрессу. Обнаружено, что высокие концентрации тяжелых металлов вызывают уменьшение интенсивности цветения [2], семенной продуктивности [3], размеров плодов,

семян и семенных гнезд [4], массы 1000 семян ряда древесных пород [5]. Выбросы автотранспорта вызывают снижение размеров и деформацию шишек голосеменных растений, а также снижение семенной продуктивности видов родов *Betula* L., *Tilia* L. [6]. В семенах клена остролистного и каштана конского выявлены изменения протеолитической активности и накопления свободных аминокислот при воздействии выбросов промышленных предприятий и автотранспорта [7]. Выявлены существенные изменения содержания, гетерогенности и полиморфизма запасных белков семян каштана конского обыкновенного, акации белой, представителей родов *Quercus* L., *Acer* L., которые росли в загрязненных фитоценозах Днепропетровска [8]. Вместе с тем, древесные растения урбоценозов являются важнейшими биоиндикационными объектами, поскольку, произрастая в условиях хронического влияния поллютантов, позволяют проводить долгосрочные исследования в местах экологической опасности. В системе зеленого строительства важное место принадлежит видам рода *Tilia* L. Высокие декоративные свойства лип делают их привлекательным объектом для озеленения городских территорий [9], однако механизмы приспособления этих растений к техногенному загрязнению городской среды на сегодня выяснены недостаточно.

Адаптация растений к антропогенному загрязнению требует участия защитных механизмов на разных уровнях организации, на клеточном уровне она регулируется путем активации физиолого-биохимических процессов. Эффективным звеном метаболической защиты является глутатионовая система, активность которой определяется содержанием восстановленного глутатиона (GSH) в растительных клетках и индуцируется влиянием различных факторов [10]. Показана важная роль глутатион-зависимой системы семян каштана конского в адаптации растений к условиям урбоценозов [11]. Целью нашей работы было установление закономерностей изменения пула восстановленного глутатиона в листьях деревьев рода *Tilia* в условиях загрязнения урбофитоценозов выхлопами автотранспорта и выбросами промышленных предприятий.

Исследования проведены на листьях липы сердцелистой (*T. cordata* Mill.), широколистной (*T. platyphyllos* Scop.), европейской (*T. europaea* L.), амурской (*T. amurensis* Rupr.) и бегониелистой (*T. begoniifolia* Stev.). Листья отбирали в начале августа 2015 на однолетних побегах с 3-5 деревьев одного возраста на высоте 2,0-2,5 м от поверхности почвы в Ботаническом саду Днепропетровского национального университета имени Олеся Гончара (условный контроль) и на загрязненных участках. На обочинах автотранспортных магистралей (участки №2 и №3) загрязнения включали сернистый ангидрид, оксид азота, оксид углерода, летучие органические соединения. Выбросы промышленных предприятий на участке №4 (ПАО "Евраз-Днепропетровский металлургический завод им. Петровского») и участке №5 (ОАО «Днепротяжмаш») содержали оксид углерода и твердые загрязняющие частицы. Зона действия выбросов ОП «Приднепровская ТЭС» (участок №6) загрязнена оксидом азота и диоксидом серы. Содержание GSH в листьях лип определяли спектрофотометрическим методом по [12], измеряя оптическую плотность реакционной смеси (2 мл 0,4 М трис-буфера, рН 8,9; 1 мл небелковой фракции экстракта; 0,05 мл реактива Элмана) при длине волны 412 нм до и после инкубирования при 37° С, учитывая показатели калибровочного графика. Статистическую обработку данных, полученных в трех аналитических повторениях, проводили с помощью программы Microsoft Statistica 6.0; различия между выборками считали значимыми при $p < 0,05$.

Установлено, что уровень содержания GSH в ассимиляционном аппарате лип определялся как видовой специфичностью, так и типом загрязнения (таблица).

Таблица. Влияние техногенного загрязнения на содержание восстановленного глутатиона (мкг GSH /г сырой навески) в листьях деревьев рода *Tilia* L.

Участок, тип загрязнения	Содержание GSH, мкг/г (M ± SD)	P	K контролю, %
--------------------------	--------------------------------	---	---------------

<i>T. cordata</i>			
1 (контроль)	127,09 ± 2,96	-	-
5 (промышленные поллютанты)	145,58 ± 2,20	0,0096	114,5
6 (выбросы ТЭС)	132,01 ± 2,94	0,1101	103,8
<i>T. platyphyllos</i>			
1 (контроль)	133,98 ± 1,97	-	-
3 (выхлопы автотранспорта)	145,81 ± 1,94	0,0018	108,8
6 (выбросы ТЭС)	152,73 ± 0,96	0,0001	113,9
<i>T. europaea</i>			
1 (контроль)	134,97 ± 2,96	-	-
3 (выхлопы автотранспорта)	151,72 ± 2,01	0,0022	112,4
4 (промышленные поллютанты)	152,92 ± 2,91	0,0022	113,3
6 (выбросы ТЭС)	121,18 ± 0,99	0,0010	89,8
<i>T. amurensis</i>			
1 (контроль)	119,21 ± 2,96	-	-
2 (выхлопы автотранспорта)	153,69 ± 1,97	0,0001	128,9
5 (промышленные поллютанты)	162,56 ± 0,99	0,0001	136,3
<i>T. begoniifolia</i>			
1 (контроль)	132,01 ± 1,97	-	-
2 (выхлопы автотранспорта)	170,44 ± 0,99	0,0001	129,1
4 (промышленные поллютанты)	132,20 ± 0,99	0,4819	100,1

Примечание. Различия между выборками достоверны при $P < 0,05$.

Наибольшее содержание восстановленного глутатиона наблюдалось в листьях *T. platyphyllos*, *T. europaea* и *T. begoniifolia* как в контрольных условиях, так и при воздействии поллютантов. Наиболее значительное увеличение пула восстановленного глутатиона под действием ингредиентов автотранспортных выхлопов было отмечено в листьях *T. amurensis* и *T. begoniifolia* (на 29 % выше контроля у обоих видов) и менее заметное – в листьях *T. platyphyllos* и *T. europaea* (соответственно, на 9 и 12% выше контроля).

Под влиянием промышленных выбросов наибольшее усиление накопления глутатиона (на 36% выше контроля) отмечено в листьях *T. amurensis*. В то же время в листьях *T. cordata* и *T. europaea* возрастание пула GSH было менее значительным (на 15 и 13% выше контроля соответственно), а в листьях *T. begoniifolia* содержание глутатиона не изменилось.

Влияние ингредиентов выбросов ТЭС вызывало разнонаправленные изменения пула восстановленного глутатиона в листьях разных видов лип: незначительное увеличение у *T. cordata*, достоверное возрастание (на 14 % выше контроля) у *T. platyphyllos* и достоверное снижение (на 10 % ниже контроля) у *T. europaea*.

Следует отметить, что листья *T. cordata* и *T. amurensis* содержали наименьшее количество восстановленного глутатиона в контрольных условиях, однако в зоне действия промышленных поллютантов его накопление повышалась (на 14 и 36 % соответственно). У видов лип с более высоким контрольным уровнем глутатиона в листьях (*T. europaea* и *T. platyphyllos*) активация процесса его накопления была менее выражена при всех типах загрязнений. В листьях *T. begoniifolia* уровень восстановленного глутатиона резко возрастал под влиянием автотранспортных выхлопов, на не изменялся под действием промышленных выбросов.

Известно, что восстановленный глутатион играет важную роль в поддержании редокс-статуса растительных клеток [10] и принимает участие в обеспечении резистентности к тяжелым металлам [13], соединениям фтора [14], комплексному загрязнению [11], а также к действию климатических факторов [15]. Можно предположить, что значительное повышение содержания GSH в ассимиляционных органах лип из загрязненных фитоценозов свидетельствует в пользу увеличения стойкости деревьев рода *Tilia* к воздействию поллютантов.

Таким образом, под действием токсикантов в листьях разных видов лип выявлены разнонаправленные изменения содержания GSH, что указывает на участие глутатионовой системы листьев в реализации разных путей адаптации видов рода *Tilia* к условиям загрязненных экотопов. Дальнейшую работу целесообразно направить на исследование видовых особенностей реакции всей защитной глутатионовой системы на действие поллютантов и разработку тест-методов для определения стойкости древесных растений к антропогенному загрязнению.

Список использованных источников

1. Бессонова В.П. Методи фітоіндикації в оцінці екологічного стану доквілля: Навч. посібник. – Запоріжжя: ЗДУ, 2001, 196 с.
2. Грицай З.В. Характеристика цвітіння деревних рослин в умовах металургійного комбінату // Вісті Біосферного заповідника «Асканія-Нова», Т. 14, №22, 2012, С. 547-550.
3. Глібовіцька Н. Вплив урбанізованого середовища на інтенсивність плодоношення та масу вегетативних і генеративних органів липи серцелистої (*Tilia cordata*) // Вісник Львівського університету, № 86, 2013, С. 146-151.
4. Грицай З. В., Денисенко О. Г. Насіннева продуктивність деревних рослин в умовах забруднення доквілля викидами металургійного підприємства // Вісник Дніпропетровського університету. Екологія, Т. 19, №1, 2011, С. 1-5
5. Pellegrini E. PSII photochemistry is the primary target of oxidative stress imposed by ozone in *Tilia americana* // Urban Forestry & Urban Greening. 2014. V. 13. P. 94-102.
6. Pellegrini E. Ecophysiology of *Tilia americana* under ozone fumigation. // Atmospheric Pollution Research. 2013. V.4. P.142-146.
7. Філонік І. О. Вплив техногенного забруднення Дніпропетровська на показники білково-амінокислотного обміну і системи протеолізу у насінні гіркокаштану звичайного та клену гостролистого // Рослини та урбанізація: Мат. І міжнар. наук.-практ. конф. (Дніпропетровськ, 21–23 листопада 2007 р.). ТОВ ТВГ “Куніца”. Дніпропетровськ, 2007. С. 159-160.
8. Шупранова Л. В. Оценка состояния семенного потомства древесных растений в условиях города // Там же. С. 163-164.
9. Koshiba P. Variability of morphometric leaf traits in small-leaved linden (*Tilia cordata* Mill.) under the influence of air pollution // Acta societatis botanicorum poloniae. 2008. V. 77. P. 125-137.
10. Pukacka S., Ratajczak E. Antioxidative response of ascorbate-glutathione pathway enzymes and metabolites to desiccation of recalcitrant *Acer saccharinum* seeds // J. Plant Physiol. 2006. Vol. 163. № 12. P. 1259-1266.
11. Хромих Н.О. Стан глутатіон-залежної системи насіння *Aesculus hippocastanum* L. за умов антропогенного забруднення // Вісник Львівського університету. № 58, 2012, С. 265-270.
12. Руководство к лабораторным и практическим занятиям: Экологическая физиология растений / Г.Ф. Некрасова, И.С. Киселева. Уральский гос. университет им. А. М. Горького. Екатеринбург, 2008, 157 с.
13. Yadav S. K. Heavy metals toxicity in plants: An overview on the role of glutathione and phytochelatin in heavy metal stress tolerance of plants // South African J. Botany. 2010. V. 76, № 2. P. 167–179.