

Рус.: УДК.581.4(5):58.01.02.

Влияние сернистого ангидрида на листовую пластинку некоторых пород деревьев

Рахимов Тулкин Уктамович

Аннотация:

В статье рассматривается влияние сернистого ангидрида на изменение признаков листовой пластинки некоторых древесных пород, применяемых в озеленении промышленных территорий аридной зоны.

Ключевые слова: сернистый ангидрид, древесные породы, листовая пластинка, мезофилл, устойчивость.

Eng.: *The influence of SO₂ on the plate of the leaves of planted trees*

Rahimov Tulkin Uktamovich

Abstract:

In the article the influence of SO₂ on the morphometric indicator of leaf plates of some planted trees has been researched. According to the gathered information the morphometric indicator of leaf plates and its connection with the concentration of sulphur in the atmosphere have been envisioned.

Keywords: sulphurous anhydride, tree species, sheet plate, mesophyll, stability.

В настоящее время исследования промышленной среды и связанные с ними теоретические и прикладные экологические проблемы, несомненно, актуальны. В последние десятилетия наблюдается интенсивное насыщение атмосферы газообразными и пылевидными отходами промышленных предприятий (Воскресенская, 2005). Они вызывают ухудшение условий существования биоты, создавая угрозу здоровью населения, нарушению климата в локальных и глобальных масштабах (Калверт, 1988). В связи с этим остро ощущается потребность в научно-обоснованных методах мониторинга состояния окружающей среды, и в практических мероприятиях по предотвращению загрязнения атмосферы и сохранению оптимальных условий существования биосферы в целом (Илькун, 1982).

Загрязняющее вещество первоначально поступает в растение через устьица – отверстия, имеющиеся на листьях, в нормальных условиях используемые для газообмена. Диоксид серы, прежде всего, воздействует на клетки, которые регулируют открывание этих отверстий. Степень их открывания и факторы, влияющие на нее, в начальный период являются основными параметрами, определяющими интенсивность воздействия загрязнителей. Даже при очень малых концентрациях диоксид серы способен оказывать стимулирующее действие, в результате которого при достаточно высокой относительной влажности устьица остаются постоянно открытыми. В то же время при высоких концентрациях диоксида углерода устьица закрываются. Кроме того, в случае высокой влажности устьица открываются, в случае низкой – закрываются.

Попав в межклеточные пространства листа, загрязняющее вещество вступает в контакт с мембраной, окружающей клетку. При нарушении целостности этой полупроницаемой мембраны нарушается баланс питательных веществ и процесс поступления ионов.

Поступив в клетку, диоксид серы взаимодействует с органеллами – митохондриями и хлоропластами, в том числе и с их мембранами, что может привести к весьма серьезным последствиям.

Однако сера необходима для нормального роста растений, и присутствие SO_2 может оказывать влияние и на усвояемость серы. Растения потребляют серу в восстановленном состоянии. В присутствии SO_2 основным продуктом становится сульфат; присутствует также цистеин, глутатион, и, по меньшей мере, одно не идентифицированное вещество. Основными промежуточными соединениями при восстановлении сульфатов являются сульфиты.

Растения как продуценты экосистем в течение всей жизни привязанные к локальной территории и подверженные влиянию двух сред – почвенной и воздушной, наиболее полно отражают весь комплекс воздействий на систему (Рунова, 2001). Наглядными морфометрическими показателями состояния древесных популяций являются: длина и ширина листовой пластинки, площадь листовой поверхности и удельная плотность листа, отражающие все многообразие действующих факторов.

Нами было проанализировано изменение морфометрических показателей древесины и листовых пластинок древесных пород по методике Р.М. Клейн (1974).

Объектами исследования были выбраны разные по устойчивости древесные породы: из плодовых – Айва обыкновенная (*Cydonia oblonga* Mill.), из применяемых в озеленении – Вяз приземистый (*Ulmus pumila* L.) и Ясень сирийский (*Fraxinus syriaca* Boiss.), произрастающие на территории Мубарекского газоперерабатывающего завода (Опыт-1), Шуртаннефтегаз УДП (Опыт-2), Шуртанского газохимического комплекса (Опыт-3), характеризующимися повышенным содержанием SO_2 в воздухе. Контролем служили эти же представители древесных пород, произрастающие в относительно чистой санитарной зоне города Карши. Агроклиматическая и производственная характеристика районов исследования представлена в таблице 1.

Полученные результаты исследования были обработаны статистически по стандартной программе Microsoft Office Excel 2007.

Основными загрязнителем окружающей среды исследуемых промышленных зон является сернистый ангидрид.

Таблица 1 – Краткая характеристика районов исследования (2011-2015)

Районы исследования	Годовой выброс газообразных веществ в атмосферу, тыс.т.	Концентрация SO ₂ в атмосфере, мг/м ³	Гумус, %	Средне-годовая температура воздуха, °С	Осадки, мм	Вегетационный период, дни
Санитарная зона г. Карши - контроль	-	0,005	0,9-1,6	14,3	240	298
Опыт-1 (МГПЗ)	87	0,043	0,6-0,8	14,9	165	283
Опыт-2 (Шуртаннефтегаз УДП)	59	0,036	0,9-1,1	15,7	210	301
Опыт-3(Шуртан ГХК)	11	0,024	0,8-1,3	15,7	210	301
ПДК (для древесных видов)	-	0,03	1,9-2,4	-	-	-

Исследователями замечено, что вблизи предприятий, выбрасывающих в атмосферу большое количество пылевидных частиц, линейные размеры ассимиляционных органов и прирост побегов растений меньше в 2 – 5 раз по сравнению с растениями вне зоны запыления (Илькун, 1978).

Проведенные нами измерения длины сложного листа ясеня и простых листовых пластинок айвы и вяза показывают, что максимальная длина листовой пластинки отмечена у деревьев, произрастающих в контрольной зоне города Карши и на территории Опыта-3 (вяз 6,2±0,71; ясень 4,7±0,073; айва 7,9±0,14 и соответственно 6,1±0,67; 4,5±0,086; 7,5±0,20 мм), и разница между этими точками статистически незначима (P>0,05) (табл. 2). В этих же исследуемых районах нами было выявлено минимальное содержание сернистого ангидрида в воздухе (табл.1).

Относительно близкие значения имеют показатели, полученные на территории Опыт-1 (вяз 5,8±0,65; ясень 4,4±0,061; айва 7,2±0,072 мм) и Опыт-2 (вяз 5,9±0,89; ясень 4,5±0,051; айва 7,5±0,18мм).

Таблица 2 – Средние значения морфометрических показателей исследуемых пород

Породы	Районы исследования	Контроль	Опыт-1	Опыт-2	Опыт-3
	Концентрация SO ₂ , мг/м ³		0,005±0,0015	0,043±0,018	0,036±0,015
Вяз	Прирост годичного побега, см	53,4±1,92	46,7±2,28	48,1±2,45	50,8±2,43
	Длина листа, см	6,2±0,71	5,8±0,65	5,9±0,89	6,1±0,67

	Ширина листа, см	4,3±0,92	4,1±0,71	4,1±0,75	4,2±0,086
	Площадь лист. пл., см ²	26,6±1,23	23,8±1,02	24,8±0,94	25,0±0,70
	Уд. пов. плотн. листа, г/см ²	0,024±0,0011	0,021±0,0018	0,024±0,0010	0,023±0,0009
	Длина черешка, см	2,1±0,044	1,97±0,045	2,08±0,05	2,1±0,058
Ясень	Прирост годичного побега, см	28,8±1,06	25,7±0,97	25,3±1,23	25,9±1,52
	Длина листа, см	4,7±0,073	4,4±0,061	4,5±0,051	4,5±0,086
	Ширина листа, см	2,6±0,061	2,3±0,41	2,3±0,39	2,4±0,040
	Площадь лист. пл., см ²	36,60±1,56	30,36±1,42	31,05±1,33	32,4±1,06
	Уд. поверх. плот. листа, г/см ²	0,036±0,0012	0,031±0,0011	0,033±0,0022	0,031±0,0031
	Длина черешка, см	5,6±0,11	5,2±0,088	5,3±0,11	5,3±0,12
Айва	Прирост годичного побега, см	31,8±1,32	28,6±1,01	29,8±0,99	29,7±1,13
	Длина листа, см	7,9±0,14	7,2±0,072	7,5±0,18	7,5±0,20
	Ширина листа, см	4,6±0,071	4,1±0,065	4,3±0,051	4,4±0,061
	Площадь лист. пл., см ²	36,34±1,28	29,52±1,32	32,25±0,93	30,75±0,64
	Уд. поверх. плот. листа, г/см ²	0,019±0,0054	0,017±0,0052	0,017±0,0024	0,017±0,0021
	Длина черешка, см	2,1±0,051	1,9±0,022	2,09±0,037	1,9±0,041

Достоверная разница в изменении длины листа на этих объектах статистически относительно значимо отличается от условного контроля. И самая минимальная длина листовой пластинки была замечена в самых загрязненных районах исследования, на участке Опыт-1 (вяз 5,8±0,65; ясень 4,4±0,061; айва 7,2±0,072 см) и Опыт-2 (вяз 5,9±0,89; ясень 4,5±0,051; айва 7,5±0,18 см), где установлено самое высокое содержание SO₂. Эти значения статистически значимо отличаются от всех остальных.

Аналогичная картина характерна и для признака – «ширина листовой пластинки». Также нами установлено, что наиболее широкие листья на деревьях в контроле и в Опыте-3 (вяз 4,3±0,92; ясень 2,6±0,061; айва 4,6±0,071 см и соответственно вяз 4,4±0,086; ясень 2,4±0,040; айва 4,1±0,061 см). А наименьшая ширина листовой пластинки исследуемых пород снова отмечена на участке Опыт-1 (вяз 4,1±0,71; ясень 2,3±0,41; айва 4,1±0,065 см) и Опыт-2 (вяз 4,1±0,75; ясень 2,3±0,39; айва 4,3±0,051 см).

Двухфакторный дисперсионный анализ показал относительно статистически значимую разницу по ширине листа древесных пород между двумя последними опытными районами исследования и остальными районами.

Таким образом, данные двухфакторного дисперсионного анализа показывают статистически значимое влияние состояния воздушной среды района исследования на длину и ширину листовой пластинки исследуемых пород.

Также нами установлена обратная корреляционная зависимость между содержанием сернистого ангидрида в атмосферном воздухе и изменением параметров длины ($r = - 0,85$) и ширины ($r = - 0,79$) листа у вяза, длины ($r = - 0,89$) и ширины ($r = - 0,84$) листа у ясеня, длины ($r = - 0,87$) и ширины ($r = - 0,82$) листа у айвы. Кроме того, мы видим, что эти признаки коррелируют между собой ($r = 0,90$).

По литературным данным известно, что площадь листовой поверхности и удельная поверхностная плотность листа (УППЛ) являются диагностическими признаками устойчивости древесных растений в условиях городской среды (Андреева, 2005). Интенсивность фотосинтеза зависит от площади листовой пластинки, которая влияет и на продуктивность (Briggs, 1999; Ahmad, 1999; Lin, 2000). Косвенным показателем продуктивности является УППЛ.

При изучении такого морфометрического показателя, как площадь листовой пластинки, нами получены следующие результаты: наименьшая площадь листа характерно для деревьев участков Опыт-1 (вяз $23,8 \pm 1,02$; ясень $30,36 \pm 1,42$; айва $29,52 \pm 1,32 \text{ см}^2$), где и обнаружено относительно высокое содержание диоксида серы, затем по возрастанию площади листовой пластины и уменьшению содержания SO_2 в воздухе идут участок Опыт-2 (вяз $24,8 \pm 0,94$; ясень $31,05 \pm 1,33$; айва $30,75 \pm 0,64 \text{ см}^2$) и Опыт-3 (вяз $25,0 \pm 0,70$; ясень $32,4 \pm 1,06$; айва $30,75 \pm 0,64 \text{ см}^2$) с почти одинаковыми результатами, и контрольный участок с наибольшей площадью листовой пластинки и наименьшим количеством сернистого ангидрида в воздухе.

Двухфакторный дисперсионный анализ показал достоверную разницу в изменении площади листа и влияния состояния воздушной среды районов исследования ($P < 0,10$).

Проведя корреляционный анализ данного признака, мы увидели, что существует обратная зависимость между площадью листовой пластинки и содержанием диоксида серы в воздухе. ($r = - 0,90$).

Существуют сведения, что удельная поверхностная плотность листа связывает процессы роста и фотосинтеза, так как отражает накопление сухого вещества единицей поверхности. Чем выше УППЛ, тем эффективнее идут процессы фотосинтеза, так как в расчете на единицу поверхности листа синтезируется большая биомасса (Кузьмина, 2001; Черыгин, 2005).

Наши исследования по измерению УППЛ показали, что с увеличением содержания сернистого ангидрида и пыли в воздухе увеличивается плотность листа. Так, на контрольных участках и на участке Опыт-3 отмечены относительно максимальные значения УППЛ, которые составили соответственно у вяза – $0,024 \pm 0,0011$ г/см²; у ясеня – $0,036 \pm 0,0012$; у айвы – $0,019 \pm 0,0054$ и у вяза – $0,023 \pm 0,0009$; у ясеня $0,031 \pm 0,0031$; у айвы $0,017 \pm 0,0021$ г/см² соответственно, тогда как в Опыте-1: у вяза – $0,021 \pm 0,0018$; у ясеня – $0,031 \pm 0,0011$; у айвы – $0,017 \pm 0,0052$ г/см²; и Опыте-2: у вяза – $0,024 \pm 0,0010$; у ясеня – $0,033 \pm 0,0022$; у айвы – $0,017 \pm 0,0024$ г/см². Кроме того, именно на участках Опыт-1 и Опыт-2 нами обнаружено самое высокое содержание SO₂ и пыли. Также мы видим, что на контрольных участках плотность листа составила у вяза $0,024 \pm 0,0011$; у ясеня – $0,036 \pm 0,0012$; у айвы – $0,019 \pm 0,0054$ г/см², что примерно в 1,15-1,2 раза больше, чем в Опыте-1. Двухфакторный дисперсионный анализ показал достоверную разницу в изменении удельной поверхностной плотности листа под влиянием состояния воздушной среды районов исследования ($P < 0,10$). Проведя

корреляционный анализ данного признака, мы определили, что существует обратная зависимость между УППЛ листовой пластинки и содержанием диоксида серы в воздухе. ($r = - 0,79$).

Таким образом, анализируя относительное изменение морфометрических показателей, можно с уверенностью утверждать, что существует взаимосвязь между концентрацией сернистого ангидрида и морфометрическими показателями листовых пластинок исследованных пород, и следовательно удельная поверхностная плотность листа может служить надежным показателем степени загрязнения воздушной среды сернистым ангидридом.

Литература

1. Briggs W. R. // Annu. Rev. Cell Dev. Biol. 1999. V. 15. P. 33-62
2. Ahmad M. // Current Opinion in Plant Biology. 1999. V. 2. P. 230-235
3. Lin C. // Trends in plant science. 2000. V. 5. № 8. P. 337-342
4. Чекрыгин, В.В. Особенности регулирования светового режима в насаждениях яблони Западного Предкавказья / В.В Чекрыгин, к.б.н. // автореферат. - Краснодар, 2005. - 250 с.
5. Рунова, Е.М. Экологический мониторинг лесных биоценозов в зонах промышленных выбросов / Е.М. Рунова // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. – Томск: ТГУ, 2004. – С. 132 – 135.
6. Клейн Р.М., Клейн Д.Т. Методы исследований растений. М.: “Мир”, 1974. - 389 с.
7. Калверт, С. Защита атмосферы от промышленных загрязнений / С Калверт, Г. Инглунд. – М.: Металлургия, 1988. – 286 с.
8. Илькун, Г.М. Отфильтровывание воздуха от поллютантов древесными растениями / Г.М. Илькун. - Таллин, 1982. – 138 с.
9. Воскресенская О.Л. Скочилова и др. Организм и среда: факториальная экология / О.Л. Воскресенская, Е.А.– Йошкар-Ола, 2005. – 175 с.

Literatura

1. Briggs W. R. // Annu. Rev. Cell Dev. Biol. 1999. V. 15. P. 33-62
2. Ahmad M. // Current Opinion in Plant Biology. 1999. V. 2. P. 230-235
3. Lin C. // Trends in plant science. 2000. V. 5. № 8. P. 337-342
4. Chekrygin, V.V. Osobennosti regulirovanija svetovogo rezhima v nasazhdenijah jabloni Zapadnogo Predkavkaz'ja / V.V Chekrygin, k.b.n. // avtoreferat. - Krasnodar, 2005. - 250 s.
5. Runova, E.M. Jekologicheskij monitoring lesnyh biocenozov v zonah promyshlennyh vybrosov / E.M. Runova // Prirodnye i intellektual'nye resursy Sibiri. – Tomsk: TGU, 2004. – S. 132 – 135.
6. Klejn R.M., Klejn D.T. Metody issledovanij rastenij. M.: “Mir”, 1974. - 389 s.
7. Kalvert, S. Zashhita atmosfery ot promyshlennyh zagrjaznenij / S Kalvert, G. Inglund. – M.: Metallurgija, 1988. – 286 s.
8. Il'kun, G.M. Otfil'trovyvanie vozduha ot polljutantov drevesnymi rastenijami / G.M. Il'kun. - Tallin, 1982. – 138 s.
9. Voskresenskaja O.L. Skochilova i dr. Organizm i sreda: faktorial'naja jekologija / O.L. Voskresenskaja, E.A.– Joshkar-Ola, 2005. – 175 s.