

УДК 581.4

Морфометрическая характеристика древесных растений, произрастающих в условиях воздействия выбросов автотранспорта

Колмогорова Е. Ю.

Установлено, что загрязнение перекрестков выбросами автотранспорта вызывает ухудшение морфометрических характеристик у исследуемых растений. Более существенное снижение изучаемых показателей отмечено у растений, произрастающих вблизи перекрестков, характеризующихся высоким показателем КП. Доказано, что одной из причин снижения морфометрических характеристик изучаемых растений и ухудшения их жизненного состояния является количественный и качественный состав выбросов загрязняющих веществ от автотранспортных потоков.

Ключевые слова: *выбросы автотранспорта; перекрестки; древесные растения; прирост побегов; жизненное состояние.*

The morphometric characteristic of the wood plants growing in the conditions of impact of vehicle emissions

Kolmogorova E. Y.

It is established, that the pollution of crossroads by emissions of motor transport causes the deterioration of the morphometric characteristics of the studied plants. A more significant decrease in studied indicators was observed in plants growing near intersections, characterized by a high rate of the complex indicator. It is proved, that one of the reasons of reduction of morphometric characteristics of the studied plants and deterioration of their living conditions is the quantitative and qualitative composition of pollutant emissions from the road traffic.

Keywords: motor vehicle fumes, crossroad, wood plants, accretion of shoots, condition.

Введение

Загрязнение воздушного бассейна города Кемерово относится к наиболее острой экологической проблеме. Существенную дополнительную нагрузку на атмосферу города оказывает увеличение автомобильного транспорта. Наибольшая доля загрязнения воздуха и почв от автотранспортных потоков приходится на автомагистрали и перекрестки города. Вредные вещества, содержащиеся в выбросах автотранспорта, вызывают нарушения роста и развития растений, образование некрозов на листьях, преждевременное усыхание и опадание листвы, снижение декоративности, а также ослабление и усыхание деревьев.

Возрастающее загрязнение атмосферного воздуха выбросами автотранспорта делает все более актуальным поиск путей нейтрализации их негативного воздействия. Важная роль в процессе снижения уровня загрязнения принадлежит древесным растениям.

Важнейшей характеристикой жизнедеятельности растений в разных экологических условиях служит интенсивность продукционного процесса, т. е. величина аккумуляции сухого вещества, представление о которой в первую очередь слагается на основе веса и площади листьев [3].

Определение величин роста расчетными методами (на основе анализа величины прироста) является весьма перспективным направлением [3]. Количественные методы позволяют извлекать максимум информации из таких широко употребляемых величин, как вес, площадь листьев. Кроме того, расчетный метод используется при изучении связи роста от факторов внешней среды, что позволяет выделить среди характеристик жизнедеятельности слабо и тесно связанные с факторами внешней среды.

По данным Ю. З. Кулагина [4] сокращение прироста годичного побега у древесных растений можно рассматривать как адаптивную реакцию к неблагоприятным факторам окружающей среды.

В связи с вышесказанным *цель нашей работы* — дать морфометрическую характеристику древесных растений в зоне действия выбросов автотранспорта.

В задачи исследований входило: изучение морфометрических характеристик боковых годичных побегов и их элементов; оценка жизненного состояния изучаемых видов.

Материал и методы исследования

Исследования проведены в летний период 2008—2009 гг. вблизи четырех перекрестков города, характеризующихся высокой интенсивностью движения автотранспорта:

1. «пр. Октябрьский — ул. Терешковой»;
2. «ул. Тухачевского — пр. Химиков»;
3. «ул. Сибиряков-Гвардейцев — пр. Кузнецкий»;
4. «ул. Красноармейская — пр. Кузнецкий».

Для выявления степени загрязнения перекрестков выбросами автотранспорта проведено моделирование среднегодового загрязнения на основе данных инвентаризации выбросов и климатического распределения метеопараметров. При моделировании учитывались следующие загрязняющие вещества: свинец, диоксид азота, диоксид серы, оксид углерода, бенз(а)пирен, сажа, формальдегид и бензин. На основе полученных данных рассчитан комплексный показатель загрязнения атмосферы (КП). На перекрестке 1 КП=6; 2 — КП=4; 3 — КП=10; 4 — КП=7. Установлено, что наиболее загрязненными являются перекрестки 3 и 4 [5].

Объектами исследований служили береза повислая (*Betula pendula* Roth.), рябина сибирская (*Sorbus sibirica* Hedl.) и сирень обыкновенная

(*Syringa vulgaris* L.). Площадки наблюдений располагались вблизи изучаемых перекрестков, а контрольные — в жилом квартале Ленинского района, который является минимально загрязненным районом города.

Выборка растений составляла 10 деревьев и кустарников на каждой исследуемой площадке (средневозрастное генеративное состояние — g^2) [9]. Морфометрические исследования проводили на 10 модельных растениях, у которых метили по 10 ветвей нижней трети кроны по периметру. Годичный прирост боковых побегов в длину измеряли каждые 10 дней с помощью железной линейки с точностью до 0,1 см. Количество листьев на годичном побеге подсчитывали в штуках. В конце вегетации массу листьев годичных побегов взвешивали на весах с точностью до 0,1 г, площадь листьев высчитывали с учетом высечек (1×1 см) по методике И. В. Кармановой [3].

Оценка жизненного состояния древесных растений проводилась визуальным методом, в основу которого положено определение степени нарушения ассимиляционного аппарата и крон [7]. В этом случае оценивается: 1 — процент живых (P_1) ветвей в кронах деревьев (10% = 1 балл); 2 — степень охвоенности (P_2) или облиственности крон (10% = 1 балл); 3 — процент живых (без некрозов) листьев (P_3) в кронах (10% = 1 балл); 4 — средний процент (P_4) живой площади листа (10% = 1 балл). Суммарная оценка состояния деревьев (C_v) каждого вида в зеленых насаждениях проводится по 10—25 модельным деревьям по формуле:

$$C_v = P_1 + P_2 + P_3 + P_4.$$

Максимальная величина состояния деревьев в нормальных насаждениях составляет по этому методу 39—40 баллов, а в ослабленных и усыхающих — менее 39.

Математическая обработка представленного материала проводилась с помощью статистического пакета Statistica 6,0 для IBM — совместимых компьютеров.

Результаты исследования и их обсуждение

Условия техногенной среды влияют на систему побегообразования древесных растений. По результатам 2-х летних исследований выявлено, что у растений, произрастающих в локальных очагах загрязнения выбросами автотранспорта, снижался прирост годичного побега по сравнению с контрольной группой.

Исследованиями установлено, что максимальное снижение прироста в течение всей вегетации наблюдалось у рябины, произрастающей вблизи перекрестка «ул. Сибиряков-Гвардейцев — пр. Кузнецкий» в сравнении с контролем. Годичный прирост рябины на этом перекрестке достоверно снижался 26 мая и 5 июня (на 77 и 75,5% соответственно) по отношению к контролю (рис. 1).

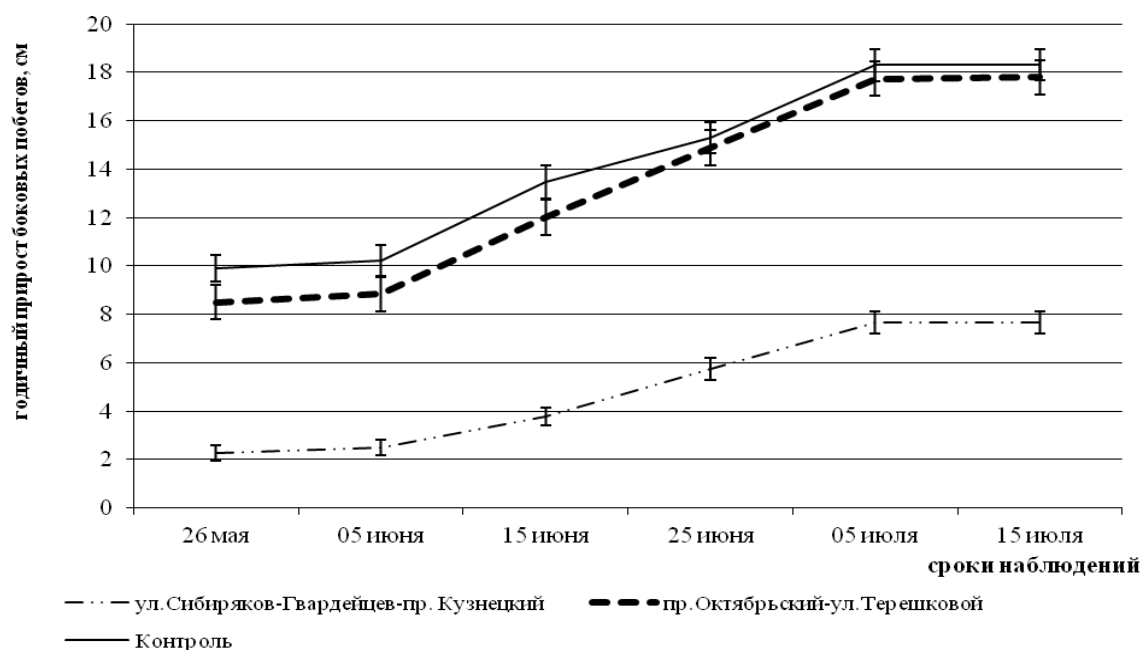


Рисунок 1 — Годичный прирост боковых побегов рябины сибирской, произрастающей в локальных очагах загрязнения (средние данные 2008—2009 гг.).

У рябины сибирской, произрастающей вблизи перекрестка «пр. Октябрьский — ул. Терешковой» наблюдалось менее существенное отличие прироста от контрольных значений. Максимальное снижение прироста годичного побега отмечалось 26 мая и 5 июня (на 14,2 и 13,4% соответственно) по отношению к контролю.

Выявлено, что у березы повислой максимальное снижение прироста относительно контроля наблюдалось 25 июня на перекрестке «пр. Химиков — ул. Тухачевского» — на 26,6%. В остальные сроки наблюдения отмечалось чуть меньшее, но также достоверное снижение прироста: 25 мая на 23,7 и 20,2%, 5 июня на 24 и 19,2% на перекрестках «пр. Октябрьский — ул. Терешковой» и «пр. Химиков — ул. Тухачевского» соответственно (рис. 2).

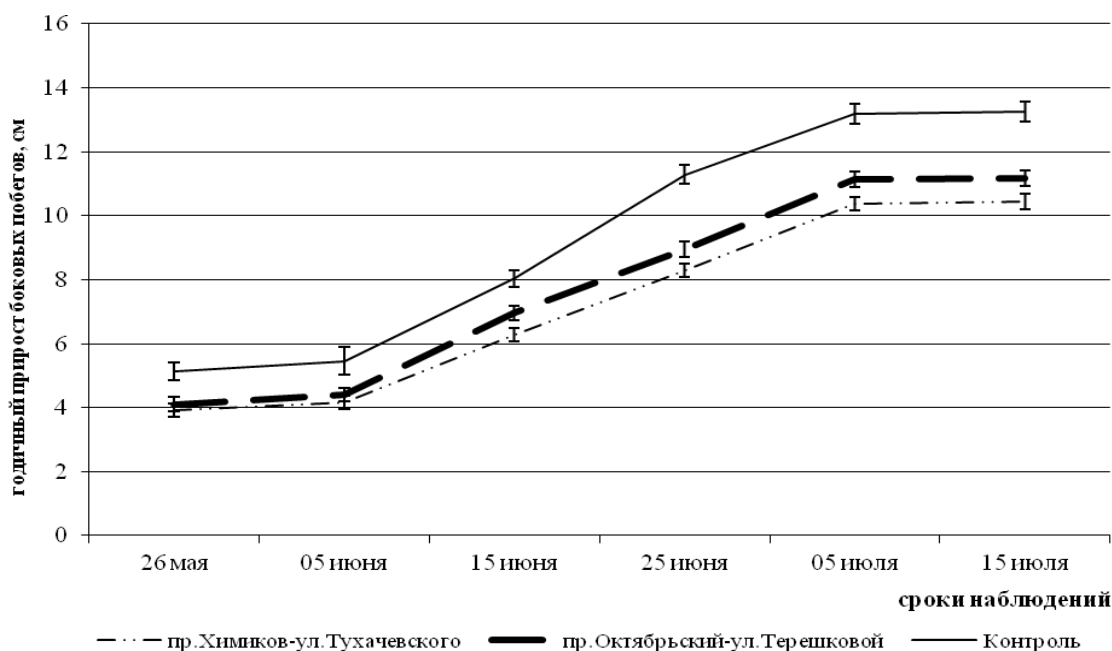


Рисунок 2 — Годичный прирост боковых побегов березы повислой, произрастающей в локальных очагах загрязнения (средние данные 2008—2009 гг.).

Как показывают результаты исследований на перекрестке «пр. Химиков — ул. Тухачевского» прирост годичного побега березы

повислой снижался в большей степени, чем на перекрестке «пр. Октябрьский — ул. Терешковой».

У сирени обыкновенной, произрастающей вблизи перекрестка «ул. Красноармейская — пр. Кузнецкий», отмечалось самое незначительное снижение прироста годичного побега относительно контроля — 25 мая и 5 июня на 6%, 15 июня на 5%, 25 июня и 15 июля на 6,6% по сравнению с контролем (рис. 3).

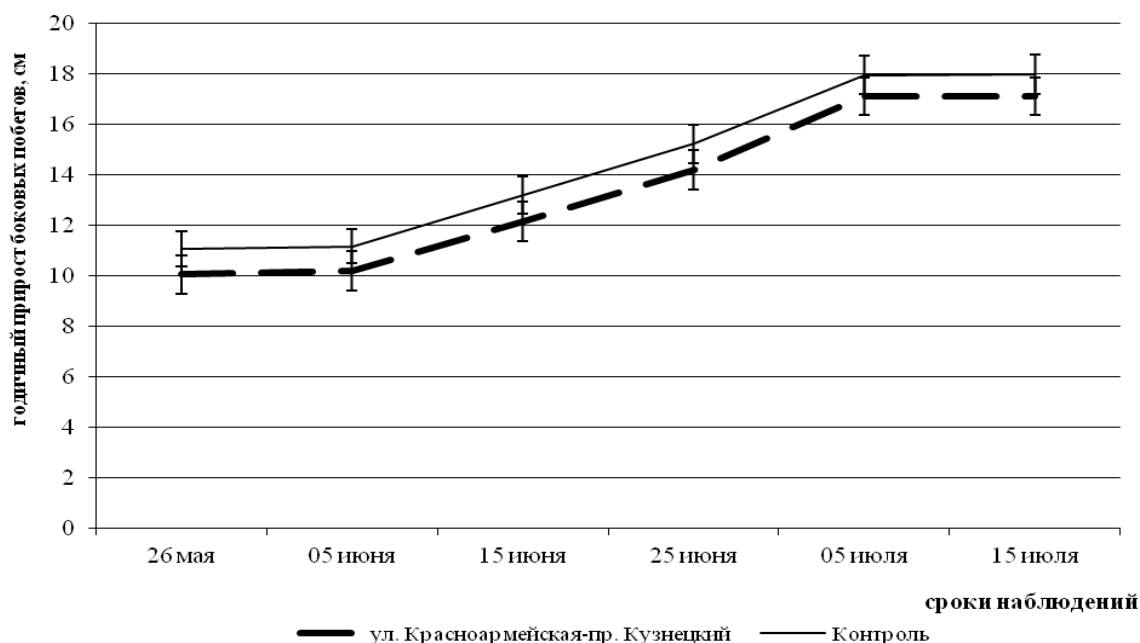


Рисунок 3 — Годичный прирост боковых побегов сирени обыкновенной, произрастающей в локальных очагах загрязнения (средние данные 2008—2009 гг.).

Наличие достоверной отрицательной корреляционной связи между КП и годичным приростом боковых побегов у рябины ($r = -0,52$, при $p \geq 0,05$, $n = 600$) доказывает, что при увеличении выбросов автотранспорта снижается прирост.

Количество, масса и площадь листьев являются морфологическими характеристиками, отражающими процессы роста.

Исследованиями установлено, что у древесных видов, произрастающих в локальных очагах загрязнения выбросами автотранспорта, изменяются морфометрические показатели ассимиляционного аппарата.

У изучаемых видов максимальное снижение морфометрических характеристик отмечалось у рябины, произрастающей вблизи перекрестка «ул. Сибиряков-Гвардейцев — пр. Кузнецкий». Так, наряду с максимальным достоверным снижением прироста годичного побега отмечалось максимальное уменьшение числа и сырой массы листьев относительно контроля (на 55,5% и 62,4% соответственно) (таб.1).

Таблица 1 — Морфометрические параметры ассимиляционного аппарата у исследуемых видов в локальных очагах загрязнения (средние данные 2008—2009 гг.)

Виды	Количество листьев на годичном побеге, шт.	Площадь листьев годичного побега, см ² .	Масса листьев на годичном побеге, г.	
			сырая	сухая
Контроль				
Береза	8,43±0,12	35,59±0,81	1,43±0,03	1,23±0,03
Рябина	7,86±0,17	32,57±0,63	9,77±0,19	9,57±0,2
Сирень	10,36±0,23	25,77±0,68	7,73±0,2	7,54±0,2
Пр.Октябрьский - ул.Терешковой				
Береза	5,57±0,1*	23,84±0,84*	0,95±0,04*	0,75±0,04*
Рябина	5,63±0,19*	21,19±0,79*	6,34±0,24*	6,14±0,24*
Ул.Красноармейская – пр.Кузнецкий				
Сирень	8,78±0,2*	22,09±0,84*	6,62±0,25*	6,43±0,25*
Ул. Сибиряков-Гвардейцев – пр. Кузнецкий				
Рябина	3,5±0,09*	12,62±0,49*	3,79±0,15*	3,6±0,14*
Пр.Химиков – ул. Тухачевского				
Береза	5,37±0,13*	15,4±0,63*	0,62±0,03*	0,42±0,02*

* отмечены достоверные отличия при $V \geq 0,95$

У березы повислой наблюдалось достоверное максимальное снижение морфометрических характеристик у растений, произрастающих вблизи перекрестка «пр. Химиков — ул. Тухачевского». Так площадь листьев достоверно снижалась на 56,7, масса листьев — на 56,6% по сравнению с контролем (таб.1).

В условиях загрязнения атмосферного воздуха выбросами автотранспорта минимальное снижение изучаемых морфометрических характеристик отмечалось у сирени обыкновенной, так число листьев снижалось на 15,3%, площадь и масса листьев — на 14,3% относительно контроля (таб. 1).

Установлена обратная достоверная корреляционная связь между КП и количеством листьев у рябины и березы ($r = -0,73 \dots 0,61$, при $p \geq 0,05$, $n = 600$); площадью и массой листьев у рябины и березы ($r = -0,76 \dots 0,40$, при $p \geq 0,05$, $n = 600$).

Из литературных источников известно, что у деревьев в условиях загрязнения окружающей среды наблюдается явление ксероморфоза, которое выражается в уменьшении размеров листьев, их утолщении и др. На уровне целого организма (для деревьев) изменяются структура, форма и размеры крон, показатели прироста в высоту и по диаметру и т. д. [1,2,6,8,10].

Степень нарушения ассимиляционного аппарата и крон у древесных растений позволили дать оценку их жизненного состояния. Минимальные отклонения от контроля отмечены у сирени, показатель ЖС снижался на 1% на перекрестке «ул. Красноармейская — пр. Кузнецкий» и в основном это снижение обусловлено потерей живых ветвей в кроне, увеличением поврежденных некрозами листьев и снижением живой площади листа (таб. 2).

Таблица 2 — Характеристика жизненного состояния некоторых видов древесных растений в локальных очагах загрязнения (средние данные 2008—2009 гг.)

Виды	% живых ветвей в кроне, %	Степень облиственности (охвоенности), %	% живых (без некрозов) листьев в кроне, %	Средний % живой площади листа, %	Жизненное состояние, балл
-------------	----------------------------------	--	--	---	----------------------------------

Контроль					
Береза	100±0,0	100±0,0	98,5±0,26	94,1±0,31	39,3±0,05
Рябина	99,6±0,3	97,4±0,47	98,3±0,2	98,3±0,1	39,4±0,05
Сирень	99,7±0,3	99,7±0,31	100±0,0	96,2±0,44	39,5±0,05
Пр.Октябрьский - ул.Терешковой					
Рябина	91,8±0,8*	90±0,0*	92,3±0,81*	84,5±1,5*	35,7±0,32*
Береза	98,8±0,33*	77,6±1,0*	89,5±0,9*	74,8±0,5*	34,1±0,17*
Ул.Красноармейская – пр.Кузнецкий					
Сирень	96,5±0,8*	100±0,0	98±0,0	96,5±0,0*	39,1±0,08*
Ул. Сибиряков-Гвардейцев – пр. Кузнецкий					
Рябина	89±0,76*	88,8±0,76*	77,25±0,78*	72,8±0,82*	32,8±0,18*
Пр.Химиков – ул. Тухачевского					
Береза	93,5±0,0	92,5±0,0	82±0,8*	71,5±1,52*	33,9±0,17*

* отмечены достоверные отличия при $V \geq 0,95$

В весенний период 2008 г. МУП «Зеленстрой» проводились активные работы по удалению сухих ветвей и формированию крон сирени. Это положительно коррелирует с морфометрическими характеристиками сирени обыкновенной, что, в конечном счете, приводит к повышению балла ее ЖС.

Максимальное снижение ЖС — на 16,8% от контроля, отмечалось у рябины, произрастающей вблизи перекрестка «ул. Сибиряков-Гвардейцев — пр. Кузнецкий» за счет ухудшения всех изучаемых показателей. У рябины, произрастающей вблизи перекрестка «пр. Октябрьский — ул. Терешковой», балл ЖС снижался на 9,3% по сравнению с контролем.

У березы, произрастающей вблизи двух перекрестков, не отмечалось существенных отличий в балле ЖС (таб.2)

Установлена тесная обратная достоверная корреляционная связь между КП и баллом ЖС у рябины и березы ($r = -0,97 \dots 0,70$, при $p \geq 0,05$, $n = 600$); у сирени ($r = -0,69$, при $p \geq 0,05$, $n = 400$).

Заключение

Таким образом, исследованиями установлено, что загрязнение перекрестков выбросами автотранспорта вызывает ухудшение морфометрических характеристик у исследуемых растений. Наблюдалось снижение прироста годичных побегов, снижалась их облиственность (площадь листьев, масса). На уровне целого организма изменялись структура, форма и размеры крон, наблюдалось снижение облиственности ветвей, количества живых ветвей в кронах, ухудшался показатель жизненного состояния.

У растений, произрастающих вблизи перекрестков ул. Сибиряков-Гвардейцев — пр. Кузнецкий и пр. Химиков — ул. Тухачевского, отмечалось более существенное снижение изучаемых показателей.

На основании проведенных исследований установлено, что максимально устойчива на уровне листьев, побегов и целого растения сирень обыкновенная. Менее адаптированными видами к загрязнению атмосферного воздуха выбросами автотранспорта являются береза повислая и рябина сибирская.

Данные корреляционного анализа доказывают, что одной из причин снижения морфометрических характеристик изучаемых растений и ухудшения их жизненного состояния является количественный и качественный состав выбросов загрязняющих веществ от автотранспортных потоков.

Список литературы

1. Артамонов, В.И. Растения и чистота природной среды// М.: Наука. 1986. – 157с.
2. Баканов, А.В. Экологическая оценка состояния лесных насаждений с помощью методов фитоиндикации на примере Сергиево-Пасадского района//Автореф. дисс. канд. биол. наук.- М.: 1997. – 19с.
3. Карманова, И.В. Математические методы изучения роста и продуктивности растений// М.: Наука. 1976. – 221с.

4. Кулагин, Ю.З. Индустриальная дендрология и прогнозирование// М.: Наука. 1985. – 118с.
5. Неверова, О.А.; Колмогорова, Е.Ю.; Быков А.А. Активность пероксидазы как показатель детоксикационного потенциала древесных растений в зоне выбросов автотранспорта // Известия Самарского научного центра российской Академии наук. Самара. 2009. – С. 385-388.
6. Николаевский, В.С. Экологическая оценка загрязнения среды и состояния наземных экосистем методами фитоиндикации//М.: МГУЛ. 1999. – 193с.
7. Николаевский, В.С. Влияние промышленных газов на растительность//Региональный экологический мониторинг. М.: Наука. 1983. – С. 202-222.
8. Сергейчик, С.А. Устойчивость и поглотительная способность древесных растений к газообразным загрязнителям атмосферы в условиях Белоруссии//Автореф. дисс. доктора биол. наук.- Новосибирск. 1988. – 33с.
9. Смирнова, О.В.; Чистякова, А.А.; Попатюк, Р.В. и др. Популяционная организация растительного покрова лесных территорий (на примере широколиственных лесов Европейской части России)// Пущино. 1990. – 92с.
10. Limny, H.; Sikora, B. The effects of pollution on the quality of agriculture and forest products//Papers presented to the Symposium on the effects of air born pollution on vegetation. Warsaw. Poland. 1980. - С. 160-162.