

## ◆植物生理◆

广西柳州市主城区主要绿化植物叶片的全硫氮含量特征<sup>\*</sup>刘 思<sup>1</sup>,黎兆海<sup>1</sup>,陆先杰<sup>1</sup>,史艳财<sup>2</sup>

(1.柳州市园林科学研究所,广西柳州 545005;2.广西壮族自治区中国科学院广西植物研究所,广西桂林 541006)

**摘要:**通过测试,找出柳州市主城区吸收 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub> 能力强的植物,为今后城市生态修复和功能型园林绿化提供素材。以广西柳州市主城区内 61 种绿化植物为对象,采用 HNO<sub>3</sub>-HClO<sub>4</sub>、H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 消煮法,对其叶片的全硫、全氮含量进行测定。结果表明,所选 61 种绿化植物的全硫含量为 0.024% - 0.711%,全氮含量为 0.007% - 0.207%。根据硫含量,可将 61 种绿化植物分为 3 个等级,其中一级(≥0.55%)有 1 个种,二级(0.15% - 0.55%) 26 个种,三级(≤0.15%) 34 个种。根据全氮含量,可将 61 种绿化植物分为 3 个等级,其中一级(≥0.14%)有 10 个种,二级(0.06% - 0.14%) 38 个种,三级(≤0.06%) 13 个种。61 种绿化植物全硫、全氮含量均较高的为文殊兰、洋紫荆、秋枫、合果芋、鸢尾、荷花玉兰、朱槿、红花羊蹄甲、木槿、针葵、冷水花、红叶李、鸡冠刺桐、吊钟、吊竹梅、紫色梅、山杜英、银海枣、毛杜鹃,这些植物吸收 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub> 能力强,在治理城市空气污染方面具有较好的应用前景。

**关键词:**绿化植物 SO<sub>2</sub> NO<sub>2</sub> 柳州市 含量

中图分类号:S731.2 文献标识码:A 文章编号:1002-7378(2021)02-0144-08

DOI:10.13657/j.cnki.gxkxyxb.20210806.003

## 0 引言

大气污染会对环境、人体健康造成严重的损害,而 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub> 是目前大气污染物中数量较大、影响面较广的主要污染物<sup>[1]</sup>。柳州市是一座工业城市,以钢铁、汽车、工程机械工业为主要产业,SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub> 等排放量较大,选择抗污染能力强的植物用于城市园林绿化,能有效改善城市环境质量。当前对 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub> 的治理方法主要集中在源头控制,如燃料脱硫、烟气脱

硫、高烟囱扩散稀释、干法脱硝和湿法脱硝等,这些方法具有二次污染、处理费用高等不利方面,并且不适用于已经污染的大气环境<sup>[2-4]</sup>。植物修复技术具有成本低、无二次污染,还具有水土保持、美化环境的优势<sup>[5]</sup>。利用植物修复技术治理大气污染正逐渐引起环境界重视,有学者已对重庆、广州等多地市区园林植物体内 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub> 的含量进行测定研究,发现不同地域不同植物品种其 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub> 的含量有差异<sup>[5-11]</sup>。目前,广西各地对城市中绿化植物全硫氮水平研究报

收稿日期:2021-03-01

\* 柳州市科技项目(柳科 2016B050202)资助。

## 【作者简介】

刘 思(1983-),女,工程师,主要从事园林植物引种和城市园林生态研究,E-mail:452783711@qq.com。

## 【引用本文】

刘思,黎兆海,陆先杰,等.广西柳州市主城区主要绿化植物叶片的全硫氮含量特征[J].广西科学院学报,2021,37(2):144-151.

LIU S,LI Z H,LU X J,et al. Study on the Content of Total Sulfur and Nitrogen in Leaves of Green Plants in the Main Urban District in Liuzhou City,Guangxi [J]. Journal of Guangxi Academy of Sciences,2021,37(2):144-151.

道很少,柳州市也未开展这方面的研究。柳州市当前被列为广西首批公园城市建设试点城市,对城市中植物各种特性作进一步的了解,可为公园城市建设提供技术支撑。本研究拟通过调查测定柳州市主城区主要绿色植物叶片内全硫氮的含量,筛选出吸收 $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$ 能力强的植物,为进一步开展柳州市城市空气污染治理、城市功能型园林绿化的植物选择和生态景观林带建设提供科学依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 研究区概况

柳州市位于广西中部偏北,地处 $108^{\circ}32' - 110^{\circ}28'E, 23^{\circ}54' - 26^{\circ}03'N$ ,属亚热带季风气候区,夏季温暖湿润,冬季寒冷干燥,夏长冬短,日照充足,雨量充沛。年平均气温 $20.60^{\circ}\text{C}$ ,最冷月1月平均气温 $8.8^{\circ}\text{C}$ ,极端最低气温 $-3.8^{\circ}\text{C}$ ,最热月7月平均气温 $28.1^{\circ}\text{C}$ ,极端最高气温 $39.2^{\circ}\text{C}$ ;平均日照 $1\ 639.4\ \text{h/a}$ ,年总积温 $5\ 700 - 6\ 800^{\circ}\text{C}$ ;平均年降雨量 $1\ 489.1\ \text{mm/a}$ ,年均相对湿度 $77\%$ ,无霜期 $332\ \text{d}$ ,多雨月份为5-8月,年平均蒸发量 $1\ 650\ \text{mm}$ 。地带性土壤类型为中亚热带红壤;地带性植被类型主要以亚热带常绿阔叶林为主,植物资源丰富<sup>[12]</sup>。

### 1.2 样品采集

2018年6月晴天选择柳州市东、南、西、北4个区域路中和路边绿化带的主要绿化植物进行采样。乔木和灌木采集植物叶片(植株中部4个方向生长的健康、无病虫害的叶片),草本植物采集植株的地上部分(植株生长良好),每个物种采集3株共计183个样品。带回实验室洗净,烘干,微型粉碎机粉碎后置于封口袋中干燥保存。

### 1.3 样品分析

植物全硫含量(植物体内的无机硫酸盐和有机硫

表1 61种绿化植物全硫、全氮含量( $n=3$ )

Table 1 S and N content of 61 kinds of green plants ( $n=3$ )

序号 No.	物种 Species	全硫含量 Total sulfur content (%)	全氮含量 Total nitrogen content (%)
1	福建茶 <i>Carmona microphylla</i>	0.139	0.116
2	朴树 <i>Celtis sinensis</i>	0.089	0.129
3	红千层 <i>Callistemon rigidus</i>	0.299	0.034
4	蓝花楹 <i>Jacaranda acutifolia</i>	0.264	0.033
5	文殊兰 <i>Crinum asiaticum</i>	0.381	0.180
6	茶花 <i>Camellia japonica</i>	0.107	0.060
7	三角梅 <i>Bougainvillea spectabilis</i>	0.250	0.039

化合物两种形态的硫总量)的测定采用 $\text{HNO}_3 - \text{HClO}_4$ 消煮法。植物中的有机硫,经 $\text{HNO}_3 - \text{HClO}_4$ 消煮后即氧化成 $\text{SO}_4^{2-}$ ,可连同原有的 $\text{SO}_4^{2-}$ 用 $\text{BaSO}_4$ 比浊法测定<sup>[5]</sup>。

植物全氮含量(植物中有机态氮)采用浓 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 及氧化剂 $\text{H}_2\text{O}_2$ 消煮,将有机氮和磷转化为氨盐,消煮液中的氨盐在碱化后成为 $\text{NH}_3$ ,经蒸馏或扩散,用 $\text{H}_3\text{BO}_3$ 吸收,用标准硫酸滴定,以甲基红-溴甲酚绿为混合指示剂<sup>[5]</sup>。

### 1.4 聚类分析

为了更直观地了解不同植物全氮、全硫含量的差异,采用SPSS软件对测定结果进行K均值聚类分析,将数据分为3组,较高的数据归为一组,较低的数据归为一组,中间的数据归为一组,3组数据可视为3个等级。

## 2 结果与分析

### 2.1 柳州市主要绿化植物的全硫、全氮含量

柳州市的61种主要绿化植物的全硫含量存在明显差别。全硫含量为 $0.024\% - 0.711\%$ ,其中格木的全硫含量最低,仅为 $0.024\%$ ;吊钟的全硫含量最高,为 $0.711\%$ (表1)。

城市中的 $\text{NO}_2$ 主要来源于城市机动车尾气的排放,部分来源于工厂排放,而最终将以酸沉降的形式进入土壤中。各种植物根部对 $\text{NO}_2$ 吸收能力的强弱不同,同时其传送养分的能力也不同,也将造成叶片含量的区别。试验的61种绿化植物的全氮含量同样存在明显差别,全氮含量为 $0.007\% - 0.207\%$ ,其中老人葵的全氮含量最低,仅为 $0.007\%$ ;红叶李的全氮含量最高,为 $0.207\%$ (表1)。

续表 1

Continued table 1

序号 No.	物种 Species	全硫含量 Total sulfur content (%)	全氮含量 Total nitrogen content (%)
8	非洲茉莉 <i>Fagraea ceilanica</i>	0.148	0.028
9	洋紫荆 <i>Bauhinia variegata</i>	0.272	0.126
10	铁树 <i>Cycas revoluta</i>	0.058	0.102
11	红背桂 <i>Excoecaria cochinchinensis</i>	0.200	0.037
12	紫玉兰 <i>Magnolia liliiflora</i>	0.080	0.030
13	红绒球 <i>Calliandra haematocephala</i>	0.145	0.176
14	董棕 <i>Caryota urens</i>	0.141	0.092
15	秋枫 <i>Bischofia javanica</i>	0.177	0.076
16	黄金香柳 <i>Melaleuca bracteata</i>	0.137	0.045
17	枫杨 <i>Pterocarya stenoptera</i>	0.094	0.103
18	合果芋 <i>Syngonium podophyllum</i>	0.198	0.126
19	鸢尾 <i>Iris tectorum</i>	0.238	0.126
20	沿阶草 <i>Ophiopogon bodinieri</i>	0.120	0.116
21	海桐 <i>Pittosporum planilubum</i>	0.069	0.082
22	夹竹桃 <i>Nerium indicum</i>	0.139	0.123
23	花叶良姜 <i>Alpinia zerumbet</i>	0.116	0.122
24	荷花玉兰 <i>Magnolia grandiflora</i>	0.183	0.091
25	小叶榕 <i>Ficus microcarpa</i>	0.114	0.085
26	朱槿 <i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	0.221	0.173
27	龟背竹 <i>Monstera deliciosa</i>	0.107	0.138
28	花叶假连翘 <i>Duranta repens</i>	0.130	0.162
29	樟树 <i>Cinnamomum camphora</i>	0.196	0.014
30	蜘蛛兰 <i>Hymenocallis americana</i>	0.262	0.016
31	老人葵 <i>Coccothrinax crinita</i>	0.179	0.007
32	红花羊蹄甲 <i>Bauhinia blakeana</i>	0.218	0.112
33	木槿 <i>Hibiscus syriacus</i>	0.178	0.094
34	石楠 <i>Photinia serrulata</i>	0.059	0.077
35	针葵 <i>Phoenix roebelenii</i>	0.333	0.103
36	冷水花 <i>Pilea notata</i>	0.198	0.119
37	红叶李 <i>Prunus cerasifera</i>	0.157	0.207
38	十大功劳 <i>Mahonia fortunei</i>	0.080	0.120
39	红花檵木 <i>Loropetalum chinensis</i> (R. Br.) Oliv. var. rubrum Yieh	0.195	0.019
40	撑篙竹 <i>Bambusa pervariabilis</i>	0.135	0.105
41	银杏 <i>Ginkgo biloba</i>	0.135	0.186
42	黄金榕 <i>Ficus microcarpa</i>	0.100	0.082
43	鸡冠刺桐 <i>Erythrina crista-galli</i>	0.223	0.173
44	小叶黄杨 <i>Buxus sinica</i>	0.095	0.140
45	鸭脚木 <i>Sebefflera octophylla</i>	0.120	0.085

续表 1

Continued table 1

序号 No.	物种 Species	全硫含量 Total sulfur content (%)	全氮含量 Total nitrogen content (%)
46	黄素梅 <i>Duranta repens</i>	0.102	0.144
47	格木 <i>Erythrophleum fordii</i>	0.024	0.138
48	吊钟 <i>Hibiscus schizopetalus</i>	0.711	0.139
49	吊竹梅 <i>Tradescantia zebrina</i>	0.162	0.135
50	紫色梅 <i>Lantana camara</i>	0.166	0.124
51	山杜英 <i>Elaeocarpus sylvestris</i>	0.195	0.110
52	橡胶榕 <i>Ficus elastica</i>	0.072	0.083
53	银海枣 <i>Phoenix sylvestris</i>	0.293	0.071
54	木犀榄 <i>Olea cuspidatd</i>	0.143	0.107
55	毛杜鹃 <i>Rhododendron pulchrum</i>	0.186	0.062
56	棕竹 <i>Rhapis humilis</i>	0.115	0.067
57	水蒲桃 <i>Syzygium jambos</i>	0.073	0.053
58	四季桂 <i>Osmonthus fragrans</i>	0.150	0.099
59	大叶榕 <i>Ficus virens</i>	0.096	0.079
60	罗汉松 <i>Podocarpus macrophyllus</i>	0.074	0.074
61	栲树 <i>Koelreuteria paniculata</i>	0.075	0.186

## 2.2 柳州市主要绿化植物的全氮、全硫含量 K 均值聚类分析结果

测试的 61 种绿化植物的全氮含量可分为 3 个等级, 一级的全氮含量  $\geq 0.14\%$ , 二级的全氮含量为

0.06% - 0.14%, 三级的全氮含量  $\leq 0.06\%$ 。61 种植物的全硫含量可分为 3 个等级, 一级的全硫含量  $\geq 0.55\%$ , 二级的全硫含量为 0.15% - 0.55%, 三级的全硫含量  $\leq 0.15\%$  (表 2)。

表 2 不同类型绿化植物全硫、全氮含量等级

Table 2 S and N content grades of different types of green plants

序号 No.	物种 Species	全硫 Total S		全氮 Total N	
		含量 Content (%)	等级 Level	含量 Content (%)	等级 Level
1	朴树 <i>C. tetrandra</i>	0.089	三级 Level 3	0.116	二级 Level 2
2	福建茶 <i>C. microphylla</i>	0.139	三级 Level 3	0.129	二级 Level 2
3	红千层 <i>C. rigidus</i>	0.299	二级 Level 2	0.034	三级 Level 3
4	蓝花楹 <i>J. acutifolia</i>	0.264	二级 Level 2	0.033	三级 Level 3
5	文殊兰 <i>C. asiaticum</i>	0.381	二级 Level 2	0.180	一级 Level 1
6	茶花 <i>C. japonica</i>	0.107	三级 Level 3	0.060	三级 Level 3
7	三角梅 <i>B. spectabilis</i>	0.250	二级 Level 2	0.039	三级 Level 3
8	非洲茉莉 <i>F. ceilanica</i>	0.148	三级 Level 3	0.028	三级 Level 3
9	洋紫荆 <i>B. variegata</i>	0.272	二级 Level 2	0.126	二级 Level 2
10	铁树 <i>C. revoluta</i>	0.058	三级 Level 3	0.102	二级 Level 2
11	红背桂 <i>E. cochinchinensis</i>	0.200	二级 Level 2	0.037	三级 Level 3

续表 2

Continued table 2

序号 No.	物种 Species	全硫 Total S		全氮 Total N	
		含量 Content (%)	等级 Level	含量 Content (%)	等级 Level
12	紫玉兰 <i>M. liliiflora</i>	0.080	三级 Level 3	0.030	三级 Level 3
13	红绒球 <i>C. haematocephala</i>	0.145	三级 Level 3	0.176	一级 Level 1
14	董棕 <i>C. urens</i>	0.141	三级 Level 3	0.092	二级 Level 2
15	秋枫 <i>B. javanica</i>	0.177	二级 Level 2	0.076	二级 Level 2
16	黄金香柳 <i>M. bracteata</i>	0.137	三级 Level 3	0.045	三级 Level 3
17	枫杨 <i>P. stenoptera</i>	0.094	三级 Level 3	0.103	二级 Level 2
18	合果芋 <i>S. podophyllum</i>	0.198	二级 Level 2	0.126	二级 Level 2
19	鸢尾 <i>I. tectorum</i>	0.238	二级 Level 2	0.126	二级 Level 2
20	沿阶草 <i>O. bodinieri</i>	0.120	三级 Level 3	0.116	二级 Level 2
21	海桐 <i>P. planilubum</i>	0.069	二级 Level 2	0.082	二级 Level 2
22	夹竹桃 <i>N. indicum</i>	0.139	三级 Level 3	0.123	二级 Level 2
23	花叶良姜 <i>A. zerumbet</i>	0.116	三级 Level 3	0.122	二级 Level 2
24	荷花玉兰 <i>M. grandiflora</i>	0.183	二级 Level 2	0.091	二级 Level 2
25	小叶榕 <i>F. microcarpa</i>	0.114	三级 Level 3	0.085	二级 Level 2
26	朱槿 <i>H. rosa-sinensis</i>	0.221	二级 Level 2	0.173	一级 Level 1
27	龟背竹 <i>M. deliciosa</i>	0.107	三级 Level 3	0.138	二级 Level 2
28	花叶假连翘 <i>D. repens</i>	0.130	三级 Level 3	0.162	一级 Level 1
29	樟树 <i>C. camphora</i>	0.196	二级 Level 2	0.014	三级 Level 3
30	蜘蛛兰 <i>H. americana</i>	0.262	二级 Level 2	0.016	三级 Level 3
31	老人葵 <i>C. crinita</i>	0.179	二级 Level 2	0.007	三级 Level 3
32	红花羊蹄甲 <i>B. blakeana</i>	0.218	二级 Level 2	0.112	二级 Level 2
33	木槿 <i>H. syriacus</i>	0.178	二级 Level 2	0.094	二级 Level 2
34	石楠 <i>P. serrulata</i>	0.059	三级 Level 3	0.077	二级 Level 2
35	针葵 <i>P. roebelenii</i>	0.333	二级 Level 2	0.103	二级 Level 2
36	冷水花 <i>P. notata</i>	0.198	二级 Level 2	0.119	二级 Level 2
37	红叶李 <i>P. cerasifera</i>	0.157	二级 Level 2	0.207	一级 Level 1
38	十大功劳 <i>M. fortunei</i>	0.080	三级 Level 3	0.120	二级 Level 2
39	红花檵木 <i>L. chinensis</i> (R. Br.) Oliv. var. rubrm Yieh	0.195	二级 Level 2	0.019	三级 Level 3
40	撑篙竹 <i>B. pervariabilis</i>	0.135	三级 Level 3	0.105	二级 Level 2
41	银杏 <i>G. biloba</i>	0.135	三级 Level 3	0.186	一级 Level 1
42	黄金榕 <i>F. microcarpa</i>	0.100	三级 Level 3	0.082	二级 Level 2
43	鸡冠刺桐 <i>E. crista-galli</i>	0.223	二级 Level 2	0.173	一级 Level 1
44	小叶黄杨 <i>B. sinica</i>	0.095	三级 Level 3	0.140	一级 Level 1
45	鸭脚木 <i>S. octophylla</i>	0.120	三级 Level 3	0.085	二级 Level 2
46	黄素梅 <i>D. repens</i>	0.102	三级 Level 3	0.144	一级 Level 1
47	格木 <i>E. fordii</i>	0.024	三级 Level 3	0.138	二级 Level 2
48	吊钟 <i>H. schizopetalus</i>	0.711	一级 Level 1	0.139	二级 Level 2

续表 2

Continued table 2

序号 No.	物种 Species	全硫 Total S		全氮 Total N	
		含量 Content (%)	等级 Level	含量 Content (%)	等级 Grades
49	吊竹梅 <i>T. zebrina</i>	0.162	二级 Level 2	0.135	二级 Level 2
50	紫色梅 <i>L. camara</i>	0.166	二级 Level 2	0.124	二级 Level 2
51	山杜英 <i>E. sylvestris</i>	0.195	二级 Level 2	0.110	二级 Level 2
52	橡胶榕 <i>F. elastica</i>	0.072	三级 Level 3	0.083	二级 Level 2
53	银海枣 <i>P. sylvestris</i>	0.293	二级 Level 2	0.071	二级 Level 2
54	木犀榄 <i>O. cuspidata</i>	0.143	三级 Level 3	0.107	二级 Level 2
55	毛杜鹃 <i>R. pulchrum</i>	0.186	二级 Level 2	0.062	二级 Level 2
56	棕竹 <i>R. humilis</i>	0.115	三级 Level 3	0.067	二级 Level 2
57	水蒲桃 <i>S. jambos</i>	0.073	三级 Level 3	0.053	三级 Level 3
58	四季桂 <i>O. fragrans</i>	0.150	三级 Level 3	0.099	二级 Level 2
59	大叶榕 <i>F. virens</i>	0.096	三级 Level 3	0.079	二级 Level 2
60	罗汉松 <i>P. macrophyllus</i>	0.074	三级 Level 3	0.074	二级 Level 2
61	栾树 <i>K. paniculata</i>	0.075	三级 Level 3	0.186	一级 Level 1

### 2.3 柳州市主要绿化植物的全氮、全硫含量分级

结合表 2 可知,采用 K 均值聚类分析法,根据全硫含量可将 61 种绿化植物分为 3 个等级,其中一级有 1 个种,二级 26 个种,三级 34 个种。综合分级结果及全硫含量高低排序结果,全硫含量较高的 10 个种为吊钟、文殊兰、针葵、红千层、银海枣、洋紫荆、蓝花楹、蜘蛛兰、三角梅、鸢尾。这些植物在吸硫方面具有非常好的开发前景。根据全氮含量可将 61 种绿化植物分为 3 个等级,其中一级有 10 个种,二级 38 个种,三级 13 个种。全氮含量较高的 10 个种为文殊兰、红绒球、花叶假连翘、朱槿、红叶李、银杏、鸡冠刺桐、小叶黄杨、黄素梅、栾树。这些植物在吸氮方面具有非常好的开发前景。

其中全硫、全氮含量均较高的绿化植物为文殊兰、洋紫荆、秋枫、合果芋、鸢尾、荷花玉兰、朱槿、红羊蹄甲、木槿、针葵、冷水花、红叶李、鸡冠刺桐、吊钟、吊竹梅、紫色梅、山杜英、银海枣、毛杜鹃。这些植物在吸硫、氮方面具有非常好的开发前景,是今后城市园林绿化抗污染的良好树种,对修复城市空气质量有较好作用。

### 2.4 不同植物类型全硫、全氮含量分析

经统计分析,61 种绿化植物中乔木有 25 种,灌木有 26 种,草本有 10 种,总体上吸收硫、氮能力的大小顺序依次为草本、灌木、乔木,但三者差异未达到显

著水平( $P > 0.05$ )(表 3)。

表 3 不同植物类型全硫、全氮含量方差分析

Table 3 Variance analysis of S and N content in different plant types

植物类型 Plant type	全硫含量 Total S content (%)	全氮含量 Total N content (%)
草本 Herb	0.198 <sup>a</sup>	0.120 <sup>a</sup>
灌木 Shrub	0.172 <sup>a</sup>	0.100 <sup>a</sup>
乔木 Tree	0.148 <sup>a</sup>	0.092 <sup>a</sup>

注:同一列中含有相同字母的表示两个处理间差异不显著( $P > 0.05$ )

Note: The same letter in the same column means that the difference between the two treatments is not significant ( $P > 0.05$ )

## 3 讨论

城市中的  $SO_2$ 、 $NO_2$  主要来源于机动车尾气的排放、工厂排放等途径,部分将最终存在于空气中,另外部分则以酸沉降的形式进入土壤中。城市中的绿化植物一直被认为是净化空气污染、降低污染源的重要手段<sup>[13]</sup>。在同一地方,大气及土壤中硫氮含量水平表现出大致相同的规律,植物叶片对硫、氮的积累能力和净吸收量呈现较高的相关性,故该地区植物体内,尤其是叶片中全硫、全氮的含量可以体现其对  $SO_2$ 、 $NO_2$  的耐受性和吸收量<sup>[5]</sup>。通过测定绿化植物对  $SO_2$  和  $NO_2$  气体吸收能力,能为城市功能型园林绿地的树种选择和生态景观林带建设提供重要依据。



不同的植物对  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$  的吸收能力及植物根部对硫氮的吸收、传送能力不同,将造成叶片中硫氮含量存在较大差异。研究的 61 种绿化植物的全硫含量存在明显差别,为 0.024% - 0.711%;全氮含量也存在明显差别,为 0.007% - 0.207%。这一结果可能源于两个主要因素的影响,一是植物对于污染物  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$  的吸收与叶片结构存在一定关系,叶片有蜡质、革质或叶面密生绒毛的植物,污染气体不能畅通地进入叶内,对植物吸收净化效果产生较大的影响,如罗汉松科、樟科和木兰科植物叶片多为革质, $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$  气体进入叶内阻力较大,其叶片吸收  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$  的能力较差,含量较低。另一部分植物硫氮含量低则有可能是由于植物利用  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$ ,使之参与代谢,并以有机物的形式将氮储存在氨基酸和蛋白质中<sup>[14]</sup>。综合来看,测定的 61 种绿化植物中,全硫含量较高的 10 个种为吊钟、文殊兰、针葵、红千层、银海枣、洋紫荆、蓝花楹、蜘蛛兰、三角梅、鸢尾,全氮含量较高的 10 个种为文殊兰、红绒球、花叶假连翘、朱槿、红叶李、银杏、鸡冠刺桐、小叶黄杨、黄素梅、栾树。这些植物具有较好的吸附硫氮功能,对改善空气质量有较好的作用,适用于化工厂、钢厂等厂区和厂区周边居住小区绿化。

#### 4 结论

本研究所测定的植物是已在柳州种植且生长良好的主要绿化植物。为强化绿化植物对  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$  的吸收,适宜柳州市种植且吸收  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$  能力强的植物,乔木可选择洋紫荆、秋枫、荷花玉兰、红花羊蹄甲、木槿、鸡冠刺桐、山杜英、银海枣等;灌木可选择朱槿、针葵、红叶李、吊钟、毛杜鹃等;草本植物可选择冷水花、吊竹梅、紫色梅、文殊兰、合果芋、鸢尾等。此外,柳州在城市园林绿化植物配置选择中还可以将乔木、灌木、草本组合,营造复层群落,提高植物对污染物的修复效率,发挥植物的最大生态功能。

#### 参考文献

[1] 胡继宏,靳利梅,赵翊,等.大气主要污染物与儿童呼吸

系统疾病住院率关系调查研究[J].中国全科医学,2017,20(5):586-589.

- [2] 毕丽克孜·阿布都艾尼.大气污染治理成效的综合评估——以乌鲁木齐市为例[J].江西农业,2016(11):91.
- [3] 余志乔,陆伟芳.现代大伦敦的空气污染成因与治理——基于生态城市视野的历史考察[J].城市观察,2012(6):21-31.
- [4] 石碧清,刘湘,喻晴,等.秦皇岛市环境空气中主要污染物变化趋势分析及控制对策[J].环境科学与管理,2007,32(7):54-57.
- [5] 范修远,陈玉成.重庆主城区主要行道植物硫氮水平的初步研究[J].资源与人居环境,2007(6):74-75.
- [6] 潘文,张卫强,张方秋,等.广州市园林绿化植物苗木对二氧化硫和二氧化氮吸收能力分析[J].生态环境学报,2012,21(4):606-612.
- [7] 蔡静萍,陈丽萍,申哲民,等.叶片理化指标与绿化植物净化大气能力的相关性分析[J].上海环境科学,2008,27(2):77-81.
- [8] 刘艳菊,丁辉.植物叶片相对吸硫量的研究及在绿化中的应用[J].城市环境与城市生态,2003,16(2):10-12.
- [9] 陈伟光,黄芳芳,温小莹,等.大气  $\text{SO}_2$  和  $\text{NO}_2$  污染及植物的抗性和净化能力研究进展[J].林业与环境科学,2017,33(4):123-129.
- [10] 魏爱丽,张小冰,王圣洁,等.13种园林草本花卉对  $\text{SO}_2$  的抗性[J].山西农业大学学报:自然科学版,2016,36(10):691-695.
- [11] 圣倩倩,祝遵凌.南京市7种适生彩叶植物抗  $\text{NO}_2$  能力及生态功能研究[J].中南林业科技大学学报,2018,38(8):81-88.
- [12] 韦冬萍,吴炫柯,韦剑锋,等.柳州发展木薯种植的气候条件分析[J].黑龙江农业科学,2013(9):28-30.
- [13] 张菁华,田盼立,刘晓,等.城市绿化对空气质量的影响研究——以中国27个省会城市为例[J].植物研究,2019,39(3):471-480.
- [14] 潘文,张卫强,张方秋,等.广州市园林绿化植物苗木对二氧化硫和二氧化氮吸收能力分析[J].生态环境学报,2012,21(4):606-612.

# Study on the Content of Total Sulfur and Nitrogen in Leaves of Green Plants in the Main Urban District in Liuzhou City, Guangxi

LIU Si<sup>1</sup>, LI Zhaohai<sup>1</sup>, LU Xianjie<sup>1</sup>, SHI Yancai<sup>2</sup>

(1. Gardens of Liuzhou City Science Institute, Liuzhou, Guangxi, 545005, China; 2. Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuang Autonomous Region and Chinese Academy of Sciences, Guilin, Guangxi, 541006, China)

**Abstract:** Through the test, plants with strong ability to absorb SO<sub>2</sub> and NO<sub>2</sub> in the main urban district of Liuzhou City were found out to provide materials for future urban ecological restoration and functional landscaping. Taking 61 species of green plants in the main urban district of Liuzhou City, Guangxi as the object, the sulfur and nitrogen content of their leaves were determined by the HNO<sub>3</sub> - HClO<sub>4</sub> and H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> - H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> digestion method. The results show that the sulfur content of the selected 61 species of green plants was between 0.024% and 0.711%, and the nitrogen content was between 0.007% and 0.207%. According to the content of sulfur, the 61 kinds of green plants can be divided into 3 levels, of which there are 1 species at the first level ( $\geq 0.55\%$ ), 26 species at the second level (0.15% - 0.55%), and 34 species at the third level ( $\leq 0.15\%$ ). According to the content of nitrogen, 61 species of green plants can be divided into 3 levels, among which there are 10 species at the first level ( $\geq 0.14\%$ ), 38 species at the second level (0.06% - 0.14%), and 13 at the third level ( $\leq 0.06\%$ ). Among the 61 species of green plants, the plants below have strong ability in absorbing SO<sub>2</sub> and NO<sub>2</sub>: *Crinum asiaticum*, *Bauhinia variegata*, *Bischofia javanica*, *Syngonium podophyllum*, *Iris tectorum*, *Magnolia grandiflora*, *Hibiscus rosa-sinensis*, *Bauhinia blakeana*, *Hibiscus syriacus*, *Phoenix roebelenii*, *Pilea notata*, *Prunus cerasifera* Ehrh. f., *Erythrina crista-galli*, *Ibiscus schizopetalus*, *Tradescantia zebrina* Bosse, *Lantana camara*, *Elaeocarpus sylvestris* (Lour.), *Phoenix sylvestris* and *Rhododendron pulchrum* Sweet, which have good application prospect in the treatment of urban air pollution.

**Key words:** green plants, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, Liuzhou, content

责任编辑: 陆雁



微信公众号投稿更便捷

联系电话: 0771-2503923

邮箱: gxkxyxb@gxas.cn

投稿系统网址: <http://gxkx.ijournal.cn/gxkxyxb/ch>