

氟化物对荔枝营养生长和生殖生长的影响

张海岚 吴定尧

(华南农业大学园艺系, 广州 510642)

摘要 对广东东莞市荔枝叶片黄化的调查分析表明, 荔枝叶片生长受阻, 叶尖, 叶边缘黄化主要是由于叶片含氟量过高所致。用氟化钠溶液对荔枝新梢进行喷雾试验, 其受害症状与污染区调查的症状是一致的。在氟污染区, 随着荔枝叶龄的增加, 叶片中氟含量会显著提高, 且叶片各部位的含氟量有由叶中脉向边缘增大的趋势。在含有一定浓度的氟化物培养基中荔枝花粉的萌发会受到抑制。大量积累在柱头上的氟化物既可对柱头造成伤害, 又可直接影响落在柱头上的花粉的萌发, 这可能是破坏受精作用的主要原因。

关键词 荔枝; 氟化物; 营养生长; 生殖生长

中图分类号 S 667.1

东莞市荔枝种植发展到 14 000 hm², 为广东省最主要的荔枝产区之一。自 1987 年以来, 陆续发现大气氟污染对荔枝树所造成的危害。荔枝叶片受氟危害后叶尖, 叶边缘黄化, 严重时叶片干枯, 落叶, 主干变淡紫黑色, 甚至整株树死亡。测定荔枝叶片的氟含量发现, 受氟害的荔枝叶片含氟量显著高于清洁区的叶片。氟化物对植物的毒性非常强烈, 若每升大气中含有几个微克的氟化物就可使敏感植物受害(敦婉如, 1985)。大气氟化物除了可以在植物叶片上造成伤害, 在叶片内积累外, 还能导致一些植物叶片非正常脱落, 产生严重影响(吴方正等, 1993)。

受氟污染的荔枝不但开花受到影响, 更严重的是造成落花。特别是荔枝开花期遇大雾弥漫的天气, 大气中的氟化物难以扩散出去, 氟化物会积累在花柱上, 影响受精作用, 从而引起大量落花。本试验及调查旨在验证大气氟污染是造成荔枝叶片黄化及落叶, 并造成落花的重要原因, 并探讨其危害的规律。

1 材料与方法

1.1 材料

1995 年 7 月取 4 个地点(广东东莞市大朗镇大银屏, 横沥镇田头管理区, 谢岗镇南面管理区和厚街镇大迳管理区)的糯米糍荔枝进行叶片含氟量和叶片不同部位含氟分析, 4 个地点每点均采 3 株, 每株取 2 个样品。

1993 年 3 月 13 日在广州华南农业大学园艺系果园用糯米糍的新春梢进行氟化钠喷雾试验。1990 年 3~5 月在广州华南农业大学三区果园分别采集三月红、糯米糍、桂味、淮枝的花粉在不同氟浓度培养基中进行萌芽试验。1991 年 3 月 15 日采集江门外海(氟污染区)三月红的雌花及柱头进行含氟量测定。

1.2 方法

叶片、雌花和柱头含氟量测定: 依照《应用氟离子选择电极直接浓度法测定桑叶含氟的方法》和《工厂废气污染叶中氟的测定》, 稍作如下改进: 强离子缓冲液的 pH 值改为 5.8; 高氯酸(0.79 kg/L)改为每样加 5 mL; 硝化改在(50±1)℃温度中硝化 20 h, 分析斜率(SLOPE 为-59.2~-59.3), 温度为 25℃(由机自动调控)。

田间伤害试验: 用 4 种质量浓度的氟化钠溶液(0.100、250、500 mg/L)对糯米糍的新春梢进行喷雾试验, 10 d 后观察受害症状, 23 d 后采样测定叶片含氟量。

花粉萌芽率测定: 采集三月红、糯米糍、桂味、淮枝的花粉分别在 0、20、40、30、60、100、500 mg/L 7 种氟化钠质量浓度的培养基中进行萌芽试验, 测定花粉的萌芽率。培养基中琼脂质量浓度为 4500 mg/L。

2 结果与分析

2.1 不同地点不同叶龄糯米糍含氟量变化

测定结果见表 1。从表 1 看出: (1)不同地点由于受大气氟污染程度不同, 相同叶龄的糯米糍叶片含氟量是不相同的。大朗镇无论是低龄叶还是高龄叶含氟都最低, 它与其它 3 镇的叶片含氟量比较差异显著, 据此可把大朗镇称为相对清洁区。横沥镇叶片含氟量与谢岗镇和厚街镇的同龄叶比较差异显著, 所以横沥镇为中等污染区。谢岗镇糯米糍叶片含氟量与厚街镇的同龄叶比较显著, 所以谢岗镇为严重污染区, 而大迳管理区为超严重污染区。在大迳管理区, 由于受到严重氟污染, 9 个月龄的叶片已落光, 无法取到叶样。(2)在同一地点, 随着叶龄的增加, 叶片在大气中暴露的时间长, 则高叶龄的叶片含氟量高于低叶龄的, 这是植物受到大气氟污染后的普遍规律。(3)对于不同地点相同叶龄的叶片, 随着叶片含氟量的递增, 荔枝的受害程度越来越严重, 从叶尖、叶边缘开始黄化, 明显影响产量, 到严重时落叶枝条干枯, 甚至整株死亡。可见大气氟污染会严重影响荔枝的生长。

表 1 不同地点不同叶龄糯米糍叶片含氟量 (mg/kg) 变化¹⁾

地 点	叶龄(月)		对氟污染 质量评估	对糯米糍 的影响
	4	9		
大朗镇大银屏	12.68e	20.00e	相对清洁区	不影响产量叶片正常
横沥镇田头管理区	42.67cd	66.67bc	中等污染区	影响产量叶片症状明显
谢岗镇南面管理区	87.56b	143.45ab	严重污染区	失收, 症状明显, 部分枝死
厚街镇大迳管理区	180.00a	—	超严重污染区	大部分树死亡

1) 测试时间为 1995 年 7 月, 表内数据为 3 个重复的平均数; 2) 表中同行或同列具相同字母者, 表示经 Q 测验于 5% 水准上无显著差异

2.2 不同地点糯米糍叶片不同部位含氟量变化

测定结果见表 2。从表 2 中看出: (1)在大朗镇(相对清洁区)糯米糍叶片的叶中脉、叶边缘的含氟量与其它 3 镇的叶片叶中脉、叶边缘的含氟量比较存在显著差异。横沥镇、谢岗镇和厚街镇糯米糍叶片的叶中脉之间、叶边缘之间的含氟量比较无显著差异, 这又验证了这 3 个镇属于氟污染区。(2)相对清洁区叶片叶中脉与叶边缘的含氟量比较无显著差异, 氟污染区的叶片叶中脉与叶边缘的含氟量比较有显著差异, 说明相对清洁区的糯米糍几乎没有受到大气氟污染, 而受到氟污染越严重, 则叶中脉与叶边、叶尖含氟量差异越大。从表 2 还看到无论是相对清洁区还是氟污染区, 叶中脉是含氟量最低的部位, 并有由叶中脉向叶边、叶尖

增大的趋势,说明大气中的氟被荔枝叶片吸收后,绝大部分向叶边、叶尖转移,这是造成污染的荔枝叶片叶边、叶尖含氟量高和叶边缘黄化的主要原因.

表2 不同地点糯米糍秋梢叶片不同部位含氟量(mg/kg)变化¹⁾

地 点	叶片部位		
	叶中脉	叶中部	叶边叶尖
大朗镇大银屏(相对清洁区)	13. 37d	16. 68	23. 33cd
横沥镇田头管理区(中等污染区)	45. 34bc	73. 34	120. 00a
谢岗镇南面管理区(严重污染区)	36. 67bc	66. 00	160. 10a
厚街镇大迳管理区(超严重污染区)	48. 89b	85. 56	195. 56a

1) 测试时间为1995年7月,表内数据为3个重复的平均数;2)表中同行或同列具相同字母者,表示经Q测验于5%水准上无显著差异

2.3 氟化钠处理对荔枝叶片的影响

观察及测定结果见表3,从表3中看到,氟化钠处理质量浓度越高,荔枝叶片含量也相应地增加,500 mg/L氟化钠处理的荔枝叶片含氟量与对照比较差异显著,且它的叶片受害症状也最严重,说明氟含量增高会对荔枝的营养生长产生不利的影响.

表3 氟化钠溶液处理对荔枝叶片的影响¹⁾

$\rho_{\text{NaF}}/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	叶片含氟量/ $(\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1})$	对荔枝叶片的影响
0(CK)	13. 75b	叶片外观正常,无受害状
100	20. 44ab	部分叶片受害,叶尖枯,叶边褪绿,受害面积不大
250	24. 89ab	大部分叶片受害,叶尖烧焦干枯;叶边缘褪绿,并向叶脉延伸,受害面积占叶片30%~40%
500	47. 74a	每片叶都受害,叶尖干枯;叶边缘明显褪绿,有时变黑、变形,受害面积占叶片50%

1) 测试时间为1993年7月,表内为3个重复的平均数;2)表中同行或同列具相同字母者,表示经Q测验于5%水准上无显著差异

2.4 氟化物对荔枝花粉萌芽的影响

测定结果见表4,从表4看出:(1)三月红、糯米糍、桂味、淮枝的花粉分别在60、20、40、40 mg/L的氟化钠质量浓度下萌发率开始受到抑制,到500 mg/L时花粉的萌发完全受到抑制.由此可知上述4个荔枝品种中三月红最耐氟,而糯米糍对氟最敏感,淮枝、桂味的耐氟能力居中.(2)三月红的花粉在10~40 mg/L氟化钠质量浓度的培养基中具有促进花粉萌发的作用,而其它3个品种则没有这一特性.

表4 不同荔枝品种的花粉在不同氟化钠质量浓度下的萌发率(%)¹⁾

品 种	$\rho_{\text{NaF}}/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$						
	CK	20	30	40	60	100	500
三月红	35. 41	58. 22*	39. 37	55. 80*	33. 37	17. 92*	0. 00**
糯米糍	57. 48	33. 36**		27. 33**	21. 37**	17. 85**	0. 00**
桂 味	39. 23	35. 96		18. 77*	27. 49*	21. 72**	0. 00**
淮 枝	52. 69	52. 73		46. 58*	48. 31*	41. 37*	0. 00**

1) 测试时间为1990年3~5月,三月红的数据为16个重复的平均值,而糯米糍、桂味、淮枝的数据则为8次重复的平均值;2)同一品种内的不同处理与对照采用配对t测验,*表示t测验5%水准上差异显著,

**表示t测验于1%水准上差异极显著

2.5 三月红雌花、柱头的含氟量测定

通过测验三月红雌花及柱头含氟量得出: 三月红柱头含氟为 125 mg/kg , 而雌花(包括柱头)的含氟量仅为 55 mg/kg , 所以可看出氟在雌花的不同部位分布是不均匀的, 以柱头的含氟量高, 而其他部位低。大量积累在柱头上的氟化物既可对柱头造成伤害, 又可直接影响落在柱头上的花粉的萌发, 这可能是破坏受精作用的主要原因。

3 讨论

氟不是植物生长所必需的元素。大气中的氟主要以来自以矿物和土壤为原料的各种工厂(如砖瓦厂、水泥厂等), 以及以煤为燃料的工厂(张耀民等, 1992)。在同一浓度下, 氟化氢对植物的毒害要比二氧化硫大 $100\sim 1000$ 倍(黄辉白, 1992)。据报道, 许多果树如香蕉、荔枝、芒果(吴定尧等, 1995; 1997; 张海岚等, 1996)、橄榄、无花果、刺山柑(Kessabit et al, 1985)受氟污染后植株体内含氟量上升并出现不同程度的受害症状, 作物的生长发育受到影响, 以致产量下降, 甚至死亡。

砖瓦厂是大气氟污染源(吴定尧等, 1995), 在砖厂附近荔枝树出现叶边缘黄化, 叶尖干枯是由于叶片受氟污染所致。作者测定不同叶龄糯米糍叶片含氟量变化可看出: 叶片的叶龄越高, 暴露于空气中的时间越长, 则叶片的含氟量越高, 叶尖叶边缘黄化越严重、干枯落叶, 甚至死亡。大气中的氟主要是由叶片气孔吸收收入体内的(刘超等, 1987), 它并不直接损害气孔附近的细胞, 而是溶于叶片的组织液内从细胞间隙进入导管, 再随水分的运动流向叶片的尖端和边缘。并在这些部位逐渐积累, 氟与叶片内的钙质反应生成难溶于水的氟化钙沉淀于叶片的尖端和边缘, 则植物的叶边叶尖就会出现缺钙症状(即叶尖叶边黄化), 且叶尖叶边的含氟量会比叶片其它部位高(吴方正, 1992)。这一结论与作者测定叶片不同部位的含氟量是一致的。作者用不同质量浓度的氟化钠溶液对荔枝新梢叶片喷雾进行模拟伤害试验, 结果表明, 氟化钠质量浓度增高会使荔枝的叶尖叶边黄化, 对荔枝的营养生长产生不利的影响。

植物在开花期对大气氟污染最为敏感, 主要原因是雌蕊柱头中积累了大量的氟化物, 抑制了掉在柱头上的花粉粒的发芽(汪嘉熙, 1984)。用电子探针对氟污染的柱头测定发现, 柱头顶端含氟量极高, 测定干质量中的含氟量可达每公斤几千毫克。所以, 氟污染伤害了柱头组织, 阻碍了花粉管的生长发育(Unsworth et al, 1990)。作者对三月红荔枝雌花的不同部位含氟量分析表明, 氟在荔枝雌花的不同部位分布是不均匀的, 以柱头的含氟量最高, 而其余部位低, 这与前人的研究结果是相一致的。大量积累在柱头上的氟化物既可对柱头造成伤害, 又可直接影响落在柱头上的花粉的萌发, 这可能是破坏受精作用的主要原因。

致谢 参加试验工作的还有华南农业大学园艺系学生李达成、倪启忠、留学生罗维奇·乔安娜, 参加调查工作的有东莞水果发展总公司张秩娴, 特此致谢!

参 考 文 献

刘超、汤良玉、吴方正. 1987. 关于植物叶片对大气中氟的吸收和累积的讨论. 农业环境保护, 6(2):

31~34

吴方正. 1992. 大气污染概论. 北京: 农业出版社. 111

吴方正、刘超、傅柳松. 1993. 大气氟污染引起植物落叶及生长物质防护效应的初步研究. 农村生态环境, (3): 27~28

- 吴定尧, 张海岚. 1997. 不同荔枝品种对氟污染敏感性差异研究. 广东农业科学, (1): 18~20
- 吴定尧, 张海岚, 尤传祥, 等. 1995. 香蕉叶缘干枯与叶片含氟量关系. 华南农业大学学报, 16(3): 68~71
- 张海岚, 吴定尧, 陈厚彬, 等. 1996. 芒果黑顶病的发生及防治初步研究. 广东农业科学, (3): 34~36
- 汪嘉熙. 1984. 大气污染对农业的影响. 农业环境保护, (5): 13~17
- 张耀民, 周健. 1992. 我国农业环境现状和发展趋势的基本评价. 农业环境保护, 11(1): 107~110
- 黄辉白. 1992. 碳素营养. 见: 曾骥主编. 果树生理学. 北京: 北京农业大学出版社, 361
- 敦宛如. 1985. 大气氟、氯污染对农业的影响. 农业环境保护, (2): 27~30, 34
- Kessabi M, Assimi B. 1985. 氟化物对摩洛哥萨菲南部地带植物的影响. 张克明译. 区域环境研究译文集, (1): 155~158
- Unsworth M H, Ormrod D P. 1990. 大气污染对开花和结实的影响. 王平译. 国外农业环境保护, (1): 37~48

EFFECT OF FLUORIDE ON THE VEGETATIVE AND REPRODUCTIVE GROWTHS OF LITCHI

Zhang Hailan Wu Dingyao

(Dept. of Horticulture, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642)

Abstract

The cause which yellowed leaves of Litchi in Dongguan city was investigated. The result indicated that excessive fluoride content of Litchi yellowed leaves and hindered the development of leaves. Leaves of litchi sprayed with the solution of sodium fluoride showed similar ravaged symptom to that from the polluted areas. The fluoride content of the Litchi leaves which came from polluted areas could increase with the addition of foliar age. The fluoride content at each part on the injured leaf showed incremental trend from the middle vein to the edge of a leaf. The germination of Litchi pollen tube on the medium of fluoride could be inhibited. A large number of the fluoride accumulated in the stigma could damage the stigma and affected the germination of Litchi pollen tube falling on the stigma, which may be the major cause which ravaged fertilization.

Key words Litchi; fluoride ; vegetative growth ; reproductive growth