

厦门地区芒果盐害的初步研究

王良睦¹, 王文卿², 王 谨¹, 陈国华¹

(1. 厦门市绿化工程处, 福建 厦门 361004; 2. 厦门大学生命科学院, 福建 厦门 361005)

摘要: “叶焦病”是闽南地区芒果 (*Mangifera indica* L.) 的一种常见病。对不同地点受害植物的叶片及土壤理化指标的分析表明: ① 土壤酸度、总 N、总 P、K、Na 等含量与芒果受害程度无关; ② 受害程度与叶片 Cl、K 含量、30-40 cm 土壤 Cl 含量及总盐含量呈显著正相关; ③ 造成厦门地区芒果“叶焦病”的主要原因是盐害, 其中起主要作用的是 Cl; ④ 芒果是一种对盐比较敏感的植物, 土壤总盐含量达 0.489‰ 时仍可正常生长, 高于此含量则出现受害症状。

关键词: 厦门; 芒果; 叶焦病; 盐害

中图分类号: Q948.113

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2000)04-0333-06

INVESTIGATION OF SALT DAMAGE IN MANGO TREES IN XIAMEN

WANG Liang-mu¹, WANG Wen-qing², WANG Jin¹, CHEN Guo-hua¹

(1. Xiamen Greening Administration, Xiamen 361004, China;

2. College of Life Science, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: Leaf scorch in mango (*Mangifera indica* L.) trees was investigated in March, 1997 in 13 sites at 30-300 m from seashore of Xiamen City. Symptom of leaf scorch in shoot leaves was divided into 6 grades. Soil properties and elements in leaves were tested. The results showed that soil pH and the total N, P, K and Na contents were not related to the leaf scorch damage. The degrees of injury caused by leaf scorch were positively related to the content of Cl and K in leaves and to the Cl and salt contents in soil at 30-40 cm depth. It is concluded that the main factor resulting in leaf scorch is salt, and Cl plays an important role. Mango trees grow normally in soil under 0.489‰ salinity.

Key words: Xiamen; *Mangifera indica*; Leaf scorch; Salt damage

芒果 (*Mangifera indica* L.) 为漆树科 (Anacardiaceae) 芒果属的常绿乔木, 其果实色、香、味俱佳, 素有“热带果王”之美称, 为世界五大名果之一^[1]。芒果树形美观, 抗逆性强, 在华南一带作为城市绿化树种广为栽培, 是厦门市城市道路绿化的骨干树种。在福建漳州及厦门地区靠近海滨的芒果树存在不同程度的叶尖叶缘枯焦、枝条叶片早落、开花结果少, 甚至死亡的现象, 这不仅影响其作为行道树的观赏价值, 也给芒果的生产带来不利影响。由于这种现象

在闽南海滨地区具有普遍性, 我们对其发生原因进行了初步分析。

1 材料和方法

材料 1997年3月在厦门市芒果盛花期根据受害程度的轻重选择13个点进行采样。采样地尽量避开化工厂等有可能发生空气污染的地段。每样地选取成年芒果树3-5棵, 从树冠外围随机选取8-10个枝条, 详细记录枝条生长情况。根据枝条生长情况, 把受害程度分为6级(表1)。同时采集树冠下0-20 cm表土及30-40 cm层土。为避免叶片年龄的影响, 选取前一年生秋梢上的叶片供分析用。叶片经蒸馏水洗涤后, 105℃杀青10 min, 60℃烘干磨粉备用。土壤样品清除杂物后自然风干, 磨粉过1 mm筛备用。

表1 厦门地区芒果前一年秋梢受害程度分级

Table 1 Grade for symptom of leaf scorch in shoots of *Mangifera indica* in Xiamen

受害程度 Damage degree	落叶百分数 Leaf fall percentage (%)	病叶发生部位 Damage position in leaves	主要症状 Main symptom	叶缘枯死叶片数量 No. of leaves with margin damaged
0	0	枝条基部 At shoot base	无 No	0
1	0	枝条基部 At shoot base	叶缘病斑 Margin with spot blotch	极个别 Very few
2	<5	所有叶片 All leaves	叶缘病斑 Margin with spot blotch	少量 Few
3	<10	所有叶片 All leaves	叶缘枯死 Margin scorched	多 Many
4	>50	所有叶片 All leaves	叶缘枯死 Margin scorched	全部 All
5			死亡 Tree death	

根据离海岸距离的不同, 把样地分为两类: 第一类在第一码头、第一码头对面、造船厂及海滨公园(代号分别为A、B、C、D)四个样地距海不到30 m, 且中间无建筑物隔离, 容易受到海风刮起的盐沫的影响。第二类在杏花饭店、中山医院、中山医院对面、湖光路、湖滨南路建行、富山图书交流中心、富山国贸大厦及疏港路等8个样地, 距海300 m以上, 且中间有城市高层建筑, 不容易受到海风刮起的盐沫的影响, 代号分别为E、F、G、H、I、J、K、L。

测定方法 植物样品经 $H_2SO_4-H_2O_2$ 消化, 土壤样品经 HNO_3-HClO_4 消化后, N用纳氏试剂比色法测定, P用钼锑抗比色法测定。植物样品经550℃高温灰化(加少量CaO作保护剂)后用 $AgNO_3$ 滴定法测定氯含量。土壤氯含量测定: 水土比为5:1, 过滤后用 $AgNO_3$ 滴定法测定。土壤总盐用电导率法测定。土壤酸度测定: 水土比2.5:1(提取液含0.01 mol/L $CaCl_2$), 精密pHS-3A酸度计(上海雷磁厂)测定。以上测定方法见文献[2]。植物样品K、Na含量测定: HNO_3-HClO_4 消化, WFX-IB原子吸收分光光度计(北京第二分析仪器厂)测定。所有测定重复3次, 重复间误差控制在2%以内(K、Na含量测定控制在10%以内)。

2 结果

2.1 症状观察

病害首先发生于叶尖, 然后随病情的加重, 靠近叶尖的叶缘出现褐色的坏死斑, 坏死斑慢慢增多, 最后连成一片, 在叶缘形成一“V”形的枯焦斑。枯焦斑逐渐向叶片其它部分扩散, 最终导致叶片的死亡和脱落。病症首先发生于枝条基部的叶片, 随病症的加重而逐渐向枝条上部的叶片蔓延。从远处看树叶好象被火烧焦, 所以有人称之为“叶焦病”。此病与由缺钾引起的生理病症非常相似, 但前者叶片坏死部分与正常部分的界限明显, 且未坏死部分完全正常, 而后者叶片坏死部分与正常部分的界限不明显, 且未坏死部分往往呈黄绿色。

2.2 植株受害程度与土壤理化指标的相关分析

表2是芒果样地的土壤理化指标, 其分析结果见表3。从表2可看出, 就有机质含量来说, 各芒果栽培点的土壤肥力还是比较高的, 但是, 土壤N、P含量却相对较低。

表2 芒果样地的土壤理化性状

Table 2 Soil properties in sampling sites of *Mangifera indica* trees

样地代号 Sites*	受害程度 Damage degree	土壤深度 Soil depth (cm)	pH	总盐 Total salinity (‰)	Cl (%)	N (%)	P (%)	有机质 Organic matter (%)
A	4	0-20	5.95	0.315	0.200	0.121	0.075	0.362
		30-40	6.45	0.361	0.128	0.049	0.047	3.319
B	2	0-20	6.17	0.318	0.040	0.045	0.050	2.772
		30-40	6.40	0.396	0.056	0.152	0.093	3.262
C	2	0-20	6.20	0.358	0.072	0.043	0.064	4.246
		30-40	5.80	0.342	0.045	0.041	0.042	3.916
D	4	0-20						
		30-40	6.00	0.207	0.067	0.028	0.017	1.586
E	1	0-20	5.95	0.329	0.045	0.136	0.107	6.752
		30-40	6.25	0.531	0.067	0.248	0.140	11.140
F	4	0-20	5.70	0.463	0.120	0.121	0.053	9.149
		30-40	5.80	0.934	0.149	0.053	0.028	7.740
G	2	0-20	6.10	0.315	0.053	0.067	0.036	2.785
		30-40	5.80	0.574	0.112	0.042	0.033	3.581
H	0	0-20	6.10	0.262	0.035	0.069	0.030	4.198
		30-40	6.00	0.263	0.048	0.051	0.025	4.966
I	0	0-20	5.80	0.224	0.075	0.131	0.028	9.478
		30-40	5.80	0.163	0.045	0.045	0.021	2.371
J	4	0-20	6.00	0.283	0.053	0.058	0.022	3.613
		30-40	5.95	0.549	0.226	0.025	0.016	3.457
K	2	0-20	6.20	0.302	0.061	0.040	0.015	3.203
		30-40	5.80	0.757	0.261	0.030	0.013	2.017
L	0	0-20	6.05	0.452	0.098	0.053	0.037	2.940
		30-40	6.05	0.364	0.077	0.040	0.029	4.323

*样地 A 至 D 距海不到 30 m, 样地 E 至 L 距海 300 m 以上。Site A to D were located about 30 m from seashore, while site E to L were about 300 m apart.

从表3可知, 芒果受害程度与土壤N、P、有机质含量及酸度等理化指标之间不存在显著的相关关系。由于第一类样地的芒果明显受海风刮起的盐沫的影响, 我们只对第二类样地的芒果受害程度与土壤含盐量进行相关分析。结果表明, 芒果受害程度与30-40 cm土深的氯含量和该处的总盐含量之间存在显著的相关关系, 而与表土盐含量之间相关关系不显著。

表3 芒果受害程度与土壤理化指标及叶片元素含量之间的相关分析

Table 3 Regression relationships between the damage degree of *Mangifera indica* leaves and the soil characteristics, element contents in leaves

元素含量 Element content		回归方程 Regression equation	r	P	n
叶 Leaf	N	$Y = -3.3070 + 3.6573X$	0.370	>0.05	13
	P	$Y = 4.9589 - 24.9042X$	-0.204	>0.05	13
	K	$Y = -1.9672 + 6.1673X$	0.571	<0.05	13
	Na	$Y = 1.8629 + 5.2142X$	0.185	>0.05	13
土壤 Soil	Cl	$Y = -0.0802 + 13.3492X$	0.807	<0.01	13
	pH	$Y = -4.3589 + 1.0861X$	0.164	>0.05	12
	N	$Y = 2.4705 - 5.7793X$	-0.235	>0.05	12
	P	$Y = 2.3967 - 7.4608X$	-0.173	>0.05	12
	有机质 Organic matter	$Y = 2.6514 - 0.0932X$	-0.146	>0.05	12
	Cl (0-20 cm)	$Y = 0.4000 + 16.2968X$	0.264	>0.05	8
	Cl (30-40 cm)	$Y = -0.2250 + 15.0256X$	0.734	<0.05	8
	总盐 Total salt (0-20 cm)	$Y = -22.3650 + 72.9927X$	0.270	>0.05	8
总盐 Total salt (30-40 cm)	$Y = -2.6463 + 8.2645X$	0.805	<0.01	8	

土壤Cl含量及总盐含量均为第二类样地的值 The contents of Cl and total salt in soil are for sites E to L. X: 元素含量 Element content in leaves; Y: 受害程度 Damage degree

2.3 受害程度与叶片元素含量的相关分析

从表4可看出, 受害程度与叶片Cl含量之间存在极显著的正相关关系, 也与叶片K含量显著正相关, 而与叶片N、P、Na等元素含量无关。

表4 各样地芒果叶片元素含量及受害程度

Table 4 Element contents in *Mangifera indica* leaves caused by leaf scorch

样地代号 Sites	受害程度 Damage degree	Cl (%)	N (%)	P (%)	K (%)	Na (%)
A	4	0.408	1.541	0.095	0.81	0.059
B	2	0.226	1.719	0.144	0.90	0.035
C	2	0.187	1.494	0.090	0.68	0.027
D1	4	0.264	1.715	0.092	0.70	0.050
D2	3.5	0.253	1.819	0.108	1.00	0.081
E	1	0.100	1.628	0.106	0.72	0.180
F	4	0.161	1.428	0.102	0.75	0.066
G	2	0.112	1.398	0.105	0.62	0.051
H	0	0.056	1.466	0.114	0.59	0.042
I	0	0.096	1.209	0.104	0.46	0.051
J	4	0.203	1.386	0.112	0.74	0.210
K	2	0.157	1.475	0.103	0.60	0.120
L	0	0.065	1.547	0.120	0.66	0.041

3 讨论

从表3可知, 芒果叶片受害程度与土壤的总N、总P及有机质含量无关, 与叶片N、P、Na含量无关, 而与30-40 cm土壤Cl及总盐含量显著正相关, 也与叶片Cl、K含量显著正相关。逯万兵和刘岩^[1]认为导致芒果“叶焦病”的原因是由于K离子毒害, 因为病叶K离子含量较高。我们的研究结果也发现植株受害程度与叶片K含量显著正相关, 但我们不支持芒果“叶焦病”是由于K离子毒害的观点。因为K在叶片中的分布不象B或Cl那样在叶尖或叶缘积累^[3]。此外, 根据林必等^[4]的研究, 高产芒果树的叶片K的适宜范围为0.86%-1.02%, 而本研究所涉及的芒果叶片K含量在0.46%-1.00%之间。Cl被根系吸收后, 随蒸腾液流往叶片移动, 并在叶片中积累, 在叶片中其分配模式与B相似, 在叶尖或叶缘积累较多, 所以, Cl毒首先发生于叶缘^[3]。叶尖或叶缘坏死是Cl毒的典型症状。由此我们推断厦门市芒果“叶焦病”是盐害的结果, 其中起主要作用的是Cl。值得注意的是植株受害程度与叶片Na含量无关, 而与叶片K含量显著正相关, 这与Zekri和Parsons^[5]对桔属(*Citrus*)植物的研究结果相同, 也正好说明了芒果“叶焦病”与缺K无关。

植物主要是通过根系和叶片从土壤和空气中吸收Cl, 植物叶片对Cl的吸收能力很强^[6]。芒果根系主要分布于30-40 cm土层, 0-20 cm土层根系很少, 而且城市表层土壤受人为因素干扰较大, 这也是芒果受害程度与表层土壤含盐量无关的原因。除第一类样地外, 植株受害程度与30-40 cm土壤Cl含量及总盐含量显著相关, 而这些地方离海相对较远, 且又有城市高层建筑阻隔, 来源于空气中盐分的影响可忽略。因此我们认为中山医院、富山国贸大厦、富山图书交流中心等芒果发病的主要原因是土壤盐含量过高, 根系吸收了过量的盐尤其是Cl而导致植株受害, 可能是在市政工程施工过程中使用了含盐量很高的滨海淤泥。而第一码头附近及海滨公园等地因离海太近且无任何建筑物阻挡, 叶片从空气中吸收的Cl就不能忽视。海滨地区空气中的盐分来源于海风刮起的小粒径海水水珠, 这些含盐量很高的小水珠在重力作用下沉降。据Barbour^[7]的测定, 海滨地区的盐沉降最高可达2000 mg NaCl m²d⁻¹。盐沉降速率与风速、与海距离、海拔高度及微地形有关^[8]。第一码头等地的地形特征很容易发生比较明显的盐沉降, 个别地点土壤Cl含量也比较高。所以我们认为第一码头附近及海滨公园等地芒果发病是土壤盐分及空气盐沉降共同作用的结果。

从我们的测定结果看, 芒果对盐分是比较敏感的, 与李桂生^[9]报道的芒果能耐6%以上土壤盐分不同。我们把芒果受害程度0-1级定为适宜, 1-2级定为亚适宜, 大于2级定为不宜。根据表3的相关分析结果, 其对应的土壤盐含量及叶片Cl含量范围应该为: 土壤总盐含量低于0.489%、土壤Cl含量低于0.077%及叶片Cl含量不高于0.081%时, 芒果生长完全正常; 当土壤总盐含量在0.489%-0.641%范围内或叶片Cl含量在0.081%-0.156%之间时芒果生长基本正常, 症状不明显; 而当土壤总盐含量高于0.641%时芒果明显受害。因此, 在滨海地区发展芒果时必须注意盐害问题。

参考文献:

[1] 逯万兵, 刘岩. 芒果高产栽培 [M]. 北京: 金盾出版社, 1995, 1-85.

- [2] 南京农学院. 土壤农化分析 [M]. 北京: 农业出版社, 1980, 33-195.
- [3] 马斯纳 H. 曹一平, 陆景陵, 等译. 高等植物的矿质营养 [M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1988, 48-49.
- [4] 林宓, 张秀娟, 洪丽娥. 高产芒果树的叶片营养指标研究 [J]. 热带作物研究, 1998, 2:12-15.
- [5] Zekri M, Parsons L R. Salinity tolerance of *Citrus* rootstocks: Effects of salt on root and mineral concentrations [J]. *Plant Soil*, 1992, 147:171-181.
- [6] 陈铭. 植物无机阴离子营养研究 [J]. 土壤通报, 1993, 24(2):95-96.
- [7] Barbour M G. Salt spray as a microenvironmental factor in the distribution of bean plants at Point Reyes, California [J]. *Oecologia*, 1978, 32:213-224.
- [8] Alpha C G, Drake D R, Goldstein G. Morphological and physiological responses of *Scaevola sericea* (Goodeniaceae) seedlings to salt spray and substrate salinity [J]. *Amer J Bot*, 1996, 83(1):86-92.
- [9] 李桂生. 芒果栽培技术 [M]. 广州: 广东科技出版社, 1993, 28-108.