

重庆地区柑橘叶片的微量元素含量状况

朱攀攀¹, 王彤¹, 习建龙¹, 凌丽俐², 淳长品², 江才伦², 付行政¹, 彭良志^{1*}

(1.西南大学柑桔研究所, 重庆 400712; 2.中国农业科学院柑桔研究所, 重庆 400712)

摘 要: 在重庆 14 个柑橘主产县(区)采集 871 个果园的柑橘叶片样品, 对 5 种必需微量营养元素(Fe、Mn、Zn、Cu 和 B)进行定量分析。结果表明: 柑橘叶片的 Fe、Mn、Zn、Cu 和 B 的含量范围分别为 18.00~362.10、5.54~219.09、1.00~83.95、0.55~40.28、7.19~435.49 mg/kg; 叶片中 Fe、Mn、Zn、Cu 和 B 含量不足的果园比例分别占 8.73%、30.43%、91.50%、45.35%和 27.67%, 含量适宜的分别占 53.73%、68.31%、8.50%、44.89%和 65.56%, 含量超标的分别占 37.54%、1.26%、0.00%、9.76%和 6.77%; 叶片 Mn 和 B 含量适宜的果园所占比例较高, 缺 Zn 果园多且普遍, 叶片 Fe 超标的果园比例最大。大部分柑橘园微量元素丰缺并存, 微量元素平衡状况较差, 5 种或 4 种微量元素含量均处于适宜水平的果园比例仅分别为 0.69%和 12.06%, 生产上需重视微量元素的补充与平衡。

关 键 词: 柑橘; 叶片; 微量元素; 重庆

中图分类号: S666.01 文献标志码: A 文章编号: 1007-1032(2019)06-0617-07

Characterization of microelement status in citrus leaves in Chongqing

ZHU Panpan¹, WANG Tong¹, XI Jianlong¹, LING Lili², CHUN Changpin²,

JIANG Cailun², FU Xingzheng¹, PENG Liangzhi^{1*}

(1.Citrus Research Institute of Southwest University, Chongqing 400712, China; 2.Citrus Research Institute of Chinese Academy of Agricultural Sciences, Chongqing 400712, China)

Abstract: To evaluate microelement status in citrus leaves in Chongqing, 871 leaf samples were collected from 871 citrus orchards in 14 main citrus production counties (districts), and 5 essential microelements were quantitatively analyzed. The results showed that the content ranges of Fe, Mn, Zn, Cu and B in citrus leaves were 18.00-362.10 mg/kg, 5.54-219.09 mg/kg, 1.00-83.95 mg/kg, 0.55-40.28 mg/kg and 7.19-435.49 mg/kg, respectively. The proportions of leaf Fe, Mn, Zn, Cu and B in insufficient level (deficient level or low level) accounted for 8.73%, 30.43%, 91.50%, 45.35% and 27.67%, respectively, and in optimum level accounted for 53.73%, 68.31%, 8.50%, 44.89% and 65.56% respectively, however in excess level (high or excessive) were 37.54%, 1.26%, 0.00%, 9.76%, and 6.77%, respectively. Among the five microelements, the percentage of leaf Mn and B in optimum levels was the highest, and that of leaf Zn was the lowest. The proportion of leaf Fe content exceeding optimum level was the largest, reaching 37.54%. In most of the citrus orchards, rich and deficient of some microelement coexist, indicating poor balance of leaf microelement status. The proportion of orchards with 5 or 4 microelements in optimum levels was only 0.69% and 12.06%, respectively. Therefore, in citrus production, attention should be paid to the supplement and balance of microelements.

Keywords: citrus; leaf; microelements; Chongqing

重庆市是中国柑橘优势区域之一, 2016 年重庆柑橘种植面积 16.2 万 hm^2 , 产量 225 万 $\text{t}^{[1]}$ 。然而, 重庆柑橘产区土壤类型众多^[2], 且多数橘园地处山

高坡陡、水土流失严重的坡地上^[3], 加之生产上有机肥施用越来越少^[4], 有近半橘园已经完全不施用有机肥^[5]; 而氮磷钾化肥施用比例和用量不断增大,

收稿日期: 2019-01-01

修回日期: 2019-04-09

基金项目: 国家重点研发计划课题(2017YFD0202002, 2017YFD0202006); 国家现代农业(柑橘)产业技术体系建设专项(CARS-26-01A); 重庆市社会民生科技创新专项(cstc2016shmszx80004, cstc2017shms-xdny0352)

作者简介: 朱攀攀(1993—), 女, 河南周口人, 硕士研究生, 主要从事果树栽培与生理研究, 1376927586@qq.com; *通信作者, 彭良志, 硕士, 研究员, 主要从事果树栽培与生理研究, pengliangzhi@cric.cn

忽视了钙、镁、硫中量营养元素和铁、锰、铜、锌、硼等微量营养元素肥料的施用,导致橘园土壤地力下降和柑橘树体营养失衡^[6]。在重庆柑橘产区,尤以微量营养元素失衡问题比较突出。

微量元素在植物生长发育过程中起着重要作用,缺乏或过量都会对植物造成不利影响^[7-9]。在柑橘必需的氮、磷、钾、钙、镁、硫、铁、锰、锌、铜、硼、钼和氯等 13 种矿质营养元素中,铁、锰、锌、铜、硼、钼和氯为微量元素^[10-11]。因自然环境中氯含量足以满足柑橘需求,生产上不会出现缺氯问题^[12],所以柑橘必需的微量营养元素通常指除氯以外的 6 种微量元素^[13-14]。本课题组前期对重庆地区柑橘叶片的营养元素进行了测定,发现重庆柑橘几乎无缺钼的,故本研究未测定钼含量,仅测定了铁、锰、锌、铜、硼 5 种微量元素。

根据近几年本课题组在重庆柑橘主产县(区)的调查,多数橘园生产 1 t 柑橘鲜果的纯氮施用量为 15~20 kg,而美国、以色列等柑橘生产发达国家施用量一般为 3~6 kg^[7,10]。造成这种差异的主要原因是重庆大部分地区很少施用微量元素肥料^[15],而发达国家常通过营养诊断平衡施肥^[16]。为此,本研究历时 4 年,以重庆 14 个主产县(区)871 个具代表性果园的柑橘叶片为研究对象,探讨重庆市柑橘树体微量元素含量状况和分布特征,旨在为柑橘化肥减施增效和高产优质生产提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

2014—2017 年,在重庆 14 个柑橘主产县(区)的 871 个具代表性果园进行叶片采集,主要品种为脐橙、血橙、W 默科特和夏橙。14 个采样县(区)为江津区、云阳县、长寿区、潼南区、渝北区、永川区、荣昌区、开州区、涪陵区、巫山县、巫溪县、奉节县、忠县和万州区,果园样本数分别为 43、123、89、47、50、42、30、100、20、50、30、110、101、36。

1.2 方法

1.2.1 样品采集与前处理

每年 9—10 月在每个选定橘园按“Z”型随机选取 20~30 棵树,在每株树的东南西北 4 个方位、高 1.5~2.0 m 处,采摘当年春梢营养枝顶部向下的第 3 片健康叶,每株采 4 片或 8 片叶,每个橘园采叶样 120~160 片。采集的样品装入打有透气孔的干净塑料袋内,放入冰冻的保温泡沫箱中,带回实验室。参照文献^[17]的方法,依次进行清洗、灭酶、75℃恒温烘干、粉碎、干燥、装瓶、密封,置于干燥器中保存,备用。

采样果园管理:果园普遍采用自然生草栽培,树盘下每年铲草 1~3 次,树盘外刈割控制草高度或伏早期杀草覆盖保湿降温;绝大多数果园不进行中耕或偶尔在树冠滴水线附近进行有限中耕。

施肥概况:每年土壤施肥 2~4 次,以 2 次居多(萌芽肥和壮果肥);主要肥料为氮磷钾等比例复合肥和尿素,每年施用量分别为 750~1500、300~500 kg/hm²;有少于 1/3 的果园每年施用了有机肥,约一半果园 2~3 年施用 1 次有机肥(大部分为商品有机肥,少量为油菜籽粕或腐熟畜禽粪等农家肥)。

1.2.2 叶片营养元素分析方法

Fe、Mn、Zn 和 Cu 含量的测定按 LY/T 1270—1999^[17]进行,经硝酸-高氯酸消解后,采用 AA-800 原子吸收分光光度计(Perkin Elmer)进行测定;B 含量的测定按 LY/T 1273—1999^[17]进行,采用干灰化法,用 TU-1901 紫外可见分光光度计(北京普析通用仪器有限责任公司)在 430 nm 波长下测定。

参照重庆市柑橘营养诊断配方施肥技术规程(DB50/T487—2012)中的柑橘叶片营养诊断分级标准^[18](表 1)进行叶片 Fe、Mn、Zn、Cu 和 B 的营养评价。

表 1 重庆市柑橘叶片微量营养诊断分级标准

Table 1 Standards for classification of leaf microelements of citrus in Chongqing					
分级	含量				
	Fe	Mn	Zn	Cu	B
缺乏	< 35	< 18	< 18	< 4	< 20
低量	≥ 35 ~ 60	≥ 18 ~ 25	≥ 18 ~ 25	≥ 4 ~ 7	≥ 20 ~ 36
适量	> 60 ~ 120	> 25 ~ 100	> 25 ~ 100	> 7 ~ 16	> 36 ~ 100
高量	> 120 ~ 200	> 100 ~ 300	> 100 ~ 300	> 16 ~ 20	> 100 ~ 200
过量	> 200	> 300	> 300	> 20	> 200

1.2.3 数据分析

试验数据采用 Excel 2013 和 SPSS 18.0 进行分析。

2 结果与分析

2.1 柑橘叶片 Fe 含量状况

由表 2 可知,柑橘叶片的 Fe 含量范围为 18.00 ~ 362.10 mg/kg。Fe 含量在不足(缺乏及低量)、适宜、超标(高于适量指标)水平所占的比例分别为 8.73%、

53.73%、37.54%。

长寿县、荣昌区、开州区、巫山县、巫溪县、奉节县、忠县和万州区柑橘叶片的 Fe 含量不足,其中荣昌区柑橘叶片的 Fe 含量不足程度较严重,不足比例达 60.00%;江津区、潼南区、渝北区、永川区和奉节县柑橘叶片的 Fe 含量超标比例分别占 97.67%、74.47%、54.00%、73.81%和 51.82%。

表 2 重庆地区柑橘叶片的 Fe 含量

Table 2 The leaf Fe content of citrus in Chongqing

县(区)	含量/ (mg·kg ⁻¹)	不足 比例/%	适宜 比例/%	超标 比例/%	县(区)	含量/ (mg·kg ⁻¹)	不足 比例/%	适宜 比例/%	超标 比例/%
江津	113.70 ~ 362.10	0.00	2.33	97.67	开州	51.22 ~ 152.40	6.00	71.00	23.00
云阳	67.47 ~ 209.00	0.00	54.47	45.53	涪陵	62.33 ~ 125.03	0.00	95.00	5.00
长寿	18.00 ~ 151.30	20.22	66.29	13.48	巫山	31.50 ~ 249.81	28.00	54.00	18.00
潼南	99.10 ~ 194.10	0.00	25.53	74.47	巫溪	32.16 ~ 227.55	16.67	63.33	20.00
渝北	89.68 ~ 189.98	0.00	46.00	54.00	奉节	49.87 ~ 282.22	2.73	45.45	51.82
永川	79.63 ~ 252.31	0.00	26.19	73.81	忠县	36.14 ~ 157.94	10.89	75.25	13.86
荣昌	19.75 ~ 82.10	60.00	40.00	0.00	万州	50.60 ~ 189.00	2.78	58.33	38.89
					均值		8.73	53.73	37.54

2.2 柑橘叶片 Mn 含量状况

由表 3 可知,重庆大部分地区柑橘叶片的 Mn 含量处于适宜水平,其含量范围为 5.54 ~ 219.09 mg/kg,Mn 含量不足、适宜、超标水平所占的比例分别为 30.43%、68.31%、1.26%。

14 个采样县(区)橘园的叶片均存在 Mn 不足现

象,其中涪陵区、巫山县、巫溪县、忠县和万州区 Mn 不足程度较为严重,不足比例分别达 65.00%、62.00%、56.67%、59.41%和 63.89%;江津区、长寿区、潼南区和永川区柑橘叶片的 Mn 含量适宜水平比例均超过 80%;极少量样本处于超标水平。

表 3 重庆地区柑橘叶片的 Mn 含量

Table 3 The leaf Mn content of citrus in Chongqing

县(区)	含量/ (mg·kg ⁻¹)	不足 比例/%	适宜 比例/%	超标 比例/%	县(区)	含量/ (mg·kg ⁻¹)	不足 比例/%	适宜 比例/%	超标 比例/%
江津	16.53 ~ 85.00	11.63	88.37	0.00	开州	15.50 ~ 134.00	28.00	70.00	2.00
云阳	12.28 ~ 102.50	19.51	79.67	0.81	涪陵	9.33 ~ 41.43	65.00	35.00	0.00
长寿	16.60 ~ 126.90	11.24	86.52	2.25	巫山	5.54 ~ 87.81	62.00	38.00	0.00
潼南	22.90 ~ 71.30	2.13	97.87	0.00	巫溪	8.75 ~ 219.09	56.67	36.67	6.67
渝北	9.45 ~ 176.96	34.00	64.00	2.00	奉节	16.64 ~ 103.13	19.09	80.00	0.91
永川	16.27 ~ 194.52	11.90	83.33	4.76	忠县	13.73 ~ 70.33	59.41	40.59	0.00
荣昌	18.36 ~ 56.03	33.33	66.67	0.00	万州	14.89 ~ 64.64	63.89	36.11	0.00
					均值		30.43	68.31	1.26

2.3 柑橘叶片 Zn 含量状况

由表 4 可知,重庆地区柑橘叶片存在较严重的 Zn 含量不足现象,其含量范围为 1.00 ~ 83.95 mg/kg。Zn 含量在不足、适宜、超标水平所占的比例分别为 91.50%、8.50%、0.00%。

每个采样县(区)柑橘叶片 Zn 含量不足比例均很高,涪陵区、忠县和万州区的叶片样本 Zn 含量不足的比例达 100%,其他县(区)柑橘叶片 Zn 含量不足比例也高达 70%以上,仅有潼南区和奉节县柑橘叶片 Zn 含量的适量水平比例稍高,分别为

17.02%和 27.27%。

表 4 重庆地区柑橘叶片的 Zn 含量

Table 4 The leaf Zn content of citrus in Chongqing

县(区)	含量/ (mg·kg ⁻¹)	不足 比例/%	适宜 比例/%	超标 比例/%	县(区)	含量/ (mg·kg ⁻¹)	不足 比例/%	适宜 比例/%	超标 比例/%
江津	12.18 ~ 26.91	95.35	4.65	0.00	开州	3.00 ~ 61.29	93.00	7.00	0.00
云阳	1.80 ~ 53.10	92.68	7.32	0.00	涪陵	8.95 ~ 14.37	100.00	0.00	0.00
长寿	5.10 ~ 54.40	89.89	10.11	0.00	巫山	7.75 ~ 27.74	98.00	2.00	0.00
潼南	6.50 ~ 33.00	82.98	17.02	0.00	巫溪	4.00 ~ 25.22	96.67	3.33	0.00
渝北	7.10 ~ 38.62	98.00	2.00	0.00	奉节	6.79 ~ 83.95	72.73	27.27	0.00
永川	1.00 ~ 38.14	90.48	9.52	0.00	忠县	7.31 ~ 18.76	100.00	0.00	0.00
荣昌	9.10 ~ 30.10	93.33	6.67	0.00	万州	11.89 ~ 21.22	100.00	0.00	0.00
					均值		91.50	8.50	0.00

2.4 柑橘叶片 Cu 含量状况

由表 5 可知,重庆地区柑橘叶片 Cu 含量范围为 0.55 ~ 40.28 mg/kg, Cu 含量不足、适宜、超标水平所占的比例分别为 45.35%、44.89%、9.76%。

江津区、开州区、涪陵区、奉节县和万州区柑橘叶片大部分样本的 Cu 含量处于不足水平,所占

比例均高于 50%;其中万州区柑橘叶片 Cu 含量不足的比例达 100%;渝北区、永川区、荣昌区、巫山县和巫溪县柑橘叶片的 Cu 含量适宜水平比例高于 50%;云阳县、长寿区和潼南区部分橘园叶片的 Cu 含量超标水平的比例较高,分别占 23.58%、25.84%和 29.79%。

表 5 重庆地区柑橘叶片的 Cu 含量

Table 5 The leaf Cu content of citrus in Chongqing

县(区)	含量/ (mg·kg ⁻¹)	不足 比例/%	适宜 比例/%	超标 比例/%	县(区)	含量/ (mg·kg ⁻¹)	不足 比例/%	适宜 比例/%	超标 比例/%
江津	2.05 ~ 10.71	79.07	20.93	0.00	开州	2.52 ~ 20.90	65.00	29.00	6.00
云阳	1.81 ~ 40.28	24.39	52.03	23.58	涪陵	2.80 ~ 8.96	70.00	30.00	0.00
长寿	1.30 ~ 34.10	31.46	42.70	25.84	巫山	2.21 ~ 14.83	42.00	58.00	0.00
潼南	4.74 ~ 33.40	36.17	34.04	29.79	巫溪	6.28 ~ 17.96	10.00	86.67	3.33
渝北	0.55 ~ 20.50	36.00	56.00	8.00	奉节	1.84 ~ 20.24	54.55	42.73	2.73
永川	2.77 ~ 17.40	16.67	76.19	7.14	忠县	2.57 ~ 17.71	48.51	49.50	1.98
荣昌	3.05 ~ 14.70	43.33	56.67	0.00	万州	1.09 ~ 6.06	100.00	0.00	0.00
					均值		45.35	44.89	9.76

2.5 柑橘叶片 B 含量状况

由表 6 可知,重庆地区柑橘叶片 B 含量范围为 7.19 ~ 435.49 mg/kg, B 含量不足、适宜、超标水平

所占的比例分别为 27.67%、65.56%、6.77%,大部分柑橘叶片 B 含量处于适宜水平,其中涪陵区的最高(100%)。但江津区、云阳县、开州区、巫山县、

表 6 重庆地区柑橘叶片的 B 含量状况

Table 6 The leaf B content of citrus in Chongqing

县(区)	含量/ (mg·kg ⁻¹)	不足 比例/%	适宜 比例/%	超标 比例/%	县(区)	含量/ (mg·kg ⁻¹)	不足 比例/%	适宜 比例/%	超标 比例/%
江津	7.19 ~ 80.32	48.84	51.16	0.00	开州	8.76 ~ 435.49	30.00	56.00	14.00
云阳	12.80 ~ 137.81	40.65	58.54	0.81	涪陵	36.36 ~ 97.59	0.00	100.00	0.00
长寿	41.90 ~ 151.00	0.00	93.26	6.74	巫山	18.51 ~ 232.61	30.00	64.00	6.00
潼南	27.50 ~ 130.30	4.26	89.36	6.38	巫溪	29.63 ~ 83.27	10.00	90.00	0.00
渝北	43.08 ~ 127.45	0.00	88.00	12.00	奉节	11.20 ~ 152.36	54.55	41.82	3.64
永川	39.01 ~ 136.29	0.00	83.33	16.67	忠县	13.10 ~ 93.29	44.55	55.45	0.00
荣昌	49.20 ~ 160.02	0.00	50.00	50.00	万州	15.80 ~ 68.21	41.67	58.33	0.00
					均值		27.67	65.56	6.77

奉节县、忠县和万州区橘园叶片 B 含量不足的比例较高,分别为 48.84%、40.65%、30.00%、30.00%、54.55%、44.55%和 41.67%;云阳县、长寿区、潼南区、渝北区、永川区、荣昌区、开州区、巫山县和奉节县橘园叶片均存在 B 含量超标现象,其中荣昌区橘园叶片 B 含量超标比例最高(50%)。

2.6 重庆地区不同柑橘园叶片微量元素缺乏情况

由表 7 可知,不同柑橘园之间的微量元素缺乏程度差异较大,Zn 元素缺乏(<18 mg/kg)程度最严重,其中云阳县、渝北区、开州区、涪陵区、巫山县、巫溪县、忠县和万州区橘园叶片的 Zn 缺乏比例分别为 83.74%、96.00%、84.00%、100%、84.00%、96.67%、99.01%和 86.11%。除潼南区和巫溪县以外,另 12 个县(区)的橘园均存在不同程度的 Cu 缺乏,其中万州区橘园的 Cu 缺乏比例达 97.22%。除潼南区和荣昌区外,其他 12 个县(区)的橘园也均存在 Mn 缺乏。只有个别县(区)的橘园缺乏 Fe 和 B,其中荣昌区的橘园缺 Fe 比例为 30.00%,万州区橘园缺 B 比例达 50.00%。

表 7 重庆地区不同柑橘园柑橘叶片微量元素缺乏比例

Table 7 Percentage of leaf microelements in deficient level in citrus orchards in different counties of Chongqing %					
县(区)	营养元素缺乏水平比例				
	Fe	Mn	Zn	Cu	B
江津	0.00	4.65	55.81	34.88	11.63
云阳	0.00	5.69	83.74	11.38	4.07
长寿	3.37	2.25	79.78	13.48	0.00
潼南	0.00	0.00	46.81	0.00	0.00
渝北	0.00	10.00	96.00	10.00	0.00
永川	0.00	2.38	78.57	2.38	0.00
荣昌	30.00	0.00	66.67	3.33	0.00
开州	0.00	3.00	84.00	11.00	6.00
涪陵	0.00	50.00	100.00	10.00	15.00
巫山	2.00	38.00	84.00	14.00	2.00
巫溪	6.67	26.67	96.67	0.00	0.00
奉节	0.00	3.64	50.00	18.18	18.18
忠县	0.00	29.70	99.01	2.97	9.90
万州	0.00	13.89	86.11	97.22	50.00

2.7 重庆地区不同柑橘园柑橘叶片微量元素丰富水平

由表 8 可知,不同县(区)柑橘叶片微量元素丰富水平(适宜及超标)差异较大,所有县(区)橘园 Zn 含量的丰富比例均低于 30%,涪陵、忠县和万州橘园 Zn 含量丰富比例均为 0.00%。除荣昌橘园的 Fe

含量丰富比例为 40.00%以外,其余县(区)橘园的 Fe 丰富比例均达 70%以上。多数县(区)橘园叶片的 B 和 Mn 丰富比例较高,其中长寿、渝北、永川、荣昌和涪陵柑橘叶片的 B 丰富比例达到 100%。多数县(区)的 Cu 丰富比例高于 50%左右,但万州柑橘叶片的为 0.00%。

表 8 重庆地区不同柑橘园柑橘叶片微量元素丰富水平比例

Table 8 Percentage of leaf microelements in optimum or above levels in citrus orchards in different counties of Chongqing %					
县(区)	营养元素丰富水平比例				
	Fe	Mn	Zn	Cu	B
江津	100.00	88.37	4.65	20.93	51.16
云阳	100.00	80.49	7.32	75.61	59.35
长寿	79.78	88.76	10.11	68.54	100.00
潼南	100.00	97.87	17.02	63.83	95.74
渝北	100.00	66.00	2.00	64.00	100.00
永川	100.00	88.10	9.52	83.33	100.00
荣昌	40.00	66.67	6.67	56.67	100.00
开州	94.00	72.00	7.00	35.00	70.00
涪陵	100.00	35.00	0.00	30.00	100.00
巫山	72.00	38.00	2.00	58.00	70.00
巫溪	83.33	43.33	3.33	90.00	90.00
奉节	97.27	80.91	27.27	45.45	45.45
忠县	89.11	40.59	0.00	51.49	55.45
万州	97.22	36.11	0.00	0.00	58.33

在所测定的 5 种微量元素中,871 个橘园叶片 5 种微量元素全部处于适宜范围的只有 6 个橘园,仅占 0.69%,主要分布在长寿区、潼南区和荣昌区,与土壤类型无明显关系;4 种微量元素处于适宜范围的有 105 个,占 12.06%,主要分布在奉节、云阳、长寿等 5 个县(区),土壤类型主要为紫色土;3 种微量元素处于适宜范围的有 413 个园区,占 47.42%,主要分布在云阳、长寿、潼南、渝北、永川、开州、巫山、巫溪、奉节和忠县,土壤类型主要为紫色土和水稻土。

2.8 重庆地区不同柑橘园柑橘叶片微量元素的聚类情况

对各县(区)柑橘叶片微量营养元素含量平均值进行聚类分析,结果(图 1)表明,重庆各县(区)柑橘微量元素总体状况可以分为 4 类:I 类,微量元素含量以不足为主,其中 Mn、Zn 缺乏较严重,主要区域有巫山、忠县、涪陵和万州;II 类,微量元素含量以适宜为主,但 Zn 含量不足比例较高,主要包括长寿、永川、云阳、巫溪、渝北和开州;III 类,微量元素含量以丰富为主,但 Fe 含量不足的

比例仍较高,包括潼南和荣昌;IV类,微量元素含量以丰富为主,但B和Cu含量较为缺乏,包括江

津和奉节。

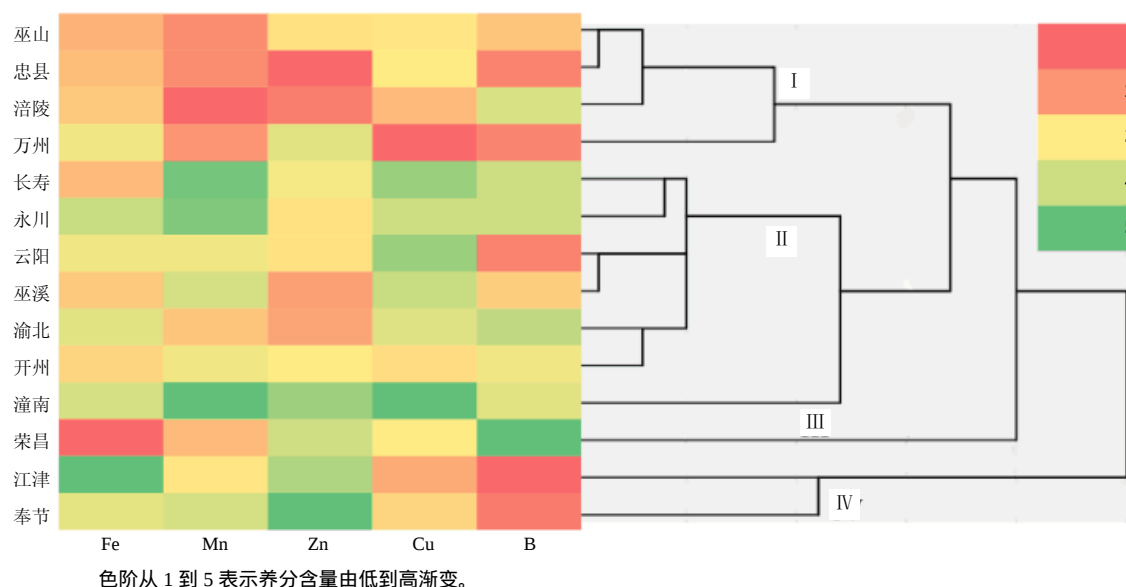


图 1 重庆地区不同柑橘园柑橘叶片微量元素的聚类结果

Fig.1 Clustering result of leaf microelements contents in citrus orchards in different counties of Chongqing

3 结论与讨论

本研究中,锌不足的比例高达 91.50%,与邢飞等^[19]对重庆三峡库区柑橘的研究结果相近。土壤中有效锌的含量、酸碱性及偏施氮磷肥等都会影响柑橘锌的含量^[20]。重庆柑橘锌不足的比例较高,成为制约柑橘产量、质量提高的重要因素。周鑫斌等^[21]在对三峡重庆库区的甜橙研究中,锌含量适宜比例高达 83.5%,这可能与其取样果园数量较少及所选果园条件较好有关外,也与以前柑橘园施用有机肥较多、近年来有机肥施用量大幅度下降相关。本研究中,重庆柑橘锰、铜、硼含量不足的果园比例分别为 30.42%、45.35%和 27.67%,锰含量不足比例较高的是涪陵区、巫山县、巫溪县、忠县和万州区,主要为碱性土壤橘园;铜不足比例较高的是江津区、开州区、涪陵区、奉节县和万州区,与土壤类型无明显关系;硼营养状况有较强的地域性特点,不足的县(区)主要是江津区、云阳县、开州区、巫山县、奉节县、忠县和万州区,超标的县(区)主要是长寿区、潼南区、渝北区、永川区、荣昌区、开州区、巫山县和奉节县,这可能与当地对硼肥施用的重视程度有关。硼是柑橘最敏感的营养元素,适宜范围窄,缺乏时叶脉肿大破裂,过量时叶片黄化、僵果^[22-24],近几年重施硼肥的橘园出现硼中毒现象

较多^[25]。

由于重庆柑橘园大部分在坡地上,机械化管理难度大,农村劳动力短缺问题也不可能逆转^[26-27]。有机肥笨重,施用劳动强度大,通过施用有机肥来改善树体营养状况很难推广。因成本和环保等原因,美国和澳大利亚等国家,柑橘生产基本上不施有机肥,主要施用元素配比合理的化肥^[28],在非干旱区同时配合生草栽培,以实现树体的营养元素平衡,其柑橘树体养分状况和产量都高于中国;关键措施是采用了柑橘叶片营养诊断配方施肥技术,即每年检测叶片的氮、钾状况,其他营养元素 2~3 年检测 1 次^[29-30],每个果园根据叶片检测结果配制专用 BB 肥(掺混肥),每吨柑橘鲜果的纯氮、 P_2O_5 、 K_2O_3 施用量分别为 3~6、0.6~1.2、3~6 kg^[10,31],远远低于中国的施用量(纯氮、 P_2O_5 、 K_2O_3 施用量分别为 15~25、5~25、8~26 kg)^[32]。综上所述,叶片营养诊断配方施肥可以在重庆乃至中国柑橘产区试行和推广,以减少化肥用量,提高化肥利用率。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国农业部.中国农业年鉴 2016[M].北京:中国农业出版社,2017.
- [2] 凌辉.重庆市柑橘果园生产环境研究[D].重庆:西南大学,2008.
- [3] 江才伦,彭良志,曹立,等.三峡库区紫色土坡地柑橘

- 园不同耕作方式的水土流失研究[J]. 水土保持学报, 2011, 25(4): 26–31, 35.
- [4] 代文才, 周鑫斌, 黄兴成. 重庆市奉节县柑橘施肥现状调查与评价[J]. 贵州农业科学, 2014, 42(8): 175–178.
- [5] 叶荣生. 有机肥对柑橘营养及生长的影响[D]. 重庆: 西南大学, 2013.
- [6] BOURAIMA A K, HE B H, TIAN T Q. Runoff, nitrogen (N) and phosphorus (P) losses from purple slope cropland soil under rating fertilization in Three Gorges Region[J]. Environmental Science and Pollution Research, 2016, 23(5): 4541–4550.
- [7] Dasberg S. Nitrogen fertilization in citrus orchards[M]// Plant and Soil Interfaces and Interactions. Dordrecht: Springer, 1987: 1–9.
- [8] SHAH Z, SHAH M Z, TARIQ M, et al. Survey of citrus orchards for micronutrients deficiency in Swat Valley of north western Pakistan[J]. Pakistan Journal of Botany, 2012, 44(2): 705–710.
- [9] KABIRI S, DEGRYSE F, TRAN D N H, et al. Graphene oxide: A new carrier for slow release of plant micronutrients[J]. ACS Applied Materials & Interfaces, 2017, 9(49): 43325–43335.
- [10] SORGONÀ A, ABENAVOLI M R. Nitrogen in citrus: signal, nutrient, and use efficiency[M]//Advances in Citrus Nutrition. Dordrecht: Springer Netherlands, 2012, 231–244.
- [11] SIDDIQUI S, ALAMRI S A, ALRUMMAN S A, et al. Role of soil amendment with micronutrients in suppression of certain soilborne plant fungal diseases: a review[M]// Soil Biology. Cham: Springer International Publishing, 2015: 363–380.
- [12] 范玉兰, 卢映琼, 薛珺, 等. 自动电位滴定法用于柑桔叶片氯含量测定的研究[J]. 中国南方果树, 2014, 43(4): 76–78.
- [13] HASABI V, ASKARI H, ALAVI S M, et al. Inhibitory impact of plant nutritional compounds on *Xanthomonas citri* subsp. *citri*, the causal agent of bacterial canker of *Citrus*[J]. Journal of Plant Pathology, 2014, 96(2): 369–375.
- [14] 潘立忠, 张森, 王延书, 等. 常见落叶果树果实矿质营养的研究现状[J]. 安徽农学通报, 2006(10): 77–80.
- [15] 冯洋, 李伟, 武伟. 重庆市新建柑橘园土壤养分现状研究[J]. 现代农业科技, 2010(24): 292–293.
- [16] AHANI H, KHERAD M, MOHAMMAD R K, et al. An investigation of trends in precipitation volume for the last three decades in different regions of Fars province, Iran[J]. Theoretical and Applied Climatology, 2012, 109(3/4): 361–382.
- [17] 庄伊美. 柑桔营养与施肥[M]. 北京: 中国农业出版社, 1994.
- [18] 熊伟, 彭良志, 夏仁斌, 等. 重庆市地方标准—柑橘营养诊断配方施肥技术规程(DB50/T487–2012) [S]. 2012.
- [19] 邢飞, 付行政, 彭良志, 等. 重庆三峡库区柑橘叶片锌营养状况及其影响因子分析[J]. 果树学报, 2014, 31(4): 602–609.
- [20] 沈兆敏. 柑橘缺锌、缺硼的症状、原因及其矫治措施[J]. 科学种养, 2015(4): 34–35.
- [21] 周鑫斌, 石孝均, 温明霞, 等. 三峡重庆库区甜橙叶片矿质营养丰缺状况调查[J]. 园艺学报, 2011, 38(10): 1847–1856.
- [22] 王燕斌, 平新亮, 林媚. 柑橘微量元素中毒症状及其防治[J]. 江西植保, 2011, 34(2): 57–58.
- [23] MATTOS D J, HIPPLER F W R, BOARETTO R M, et al. Soil boron fertilization: the role of nutrient sources and rootstocks in Citrus production[J]. Journal of Integrative Agriculture, 2017, 16(7): 1609–1616.
- [24] SHAH A, WU X W, ULLAH A, et al. Deficiency and toxicity of boron: alterations in growth, oxidative damage and uptake by citrange orange plants[J]. Ecotoxicology and Environmental Safety, 2017, 145: 575–582.
- [25] 马智才, 袁静. 柑橘缺硼和硼过量之矫治[J]. 果农之友, 2014(6): 32.
- [26] 朱波, 汪涛, 况福虹, 等. 紫色土坡耕地硝酸盐淋失特征[J]. 环境科学学报, 2008, 28(3): 525–533.
- [27] 钟瑶奇, 米清奎. 重庆中长期劳动力变动及供需预测与启示[J]. 西部论坛, 2013, 23(5): 48–60.
- [28] MOTESHAREZADEH B, VALIZADEH-RAD K, DADRASNIA A, et al. Trend of fertilizer application during the last three decades (case study: America, Australia, Iran and Malaysia)[J]. Journal of Plant Nutrition, 2017, 40(4): 532–542.
- [29] MENINO R. Leaf analysis in citrus: interpretation tools[M]//Advances in Citrus Nutrition. Dordrecht: Springer Netherlands, 2012: 59–79.
- [30] HERNANDES A, DE SOUZA H A, DE AMORIM D A, et al. DRIS norms for pêra orange[J]. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 2014, 45(22): 2853–2867.
- [31] 王艳语, 许秀成. 柑橘类水果品质与施肥[J]. 磷肥与复肥, 2017, 32(9): 39–42.
- [32] 梁珊珊. 我国柑橘主产区氮磷钾肥施用现状及减施潜力研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2017.

责任编辑: 毛友纯

英文编辑: 柳 正