

用花铁含量作为苹果和桃缺铁诊断指标的研究

叶优良^{1,2*} 张福锁^{1**} 史衍玺² 韩秀香³ 姜学玲⁴ 于忠范⁴

(1 中国农业大学农业部植物营养学重点开放实验室, 北京 100094)

(2 山东农业大学资源与环境学院, 泰安 271018)

(3 山东省肥城市农业局土肥站, 肥城 200552)

(4 烟台农科院土壤肥料研究所, 烟台 200552)

摘要 为了有效防治果树缺铁黄叶病,本研究对山东肥城市肥桃主栽区的 25 个桃园 130 棵桃树和泰安、德州、烟台 3 地区的 18 个苹果园 263 株苹果树进行了分析测定。结果表明,桃和苹果盛花期花全铁含量和变幅显著高于 5—6 月、7—8 月、10 月叶片。桃树花全铁含量与 5 月、10 月桃树叶片全铁和叶绿素之间密切相关,但与 7 月叶片全铁和叶绿素之间相关性不高。同时,桃花活性铁与 5 月和 10 月桃叶片活性铁含量相关性较高,但与 7 月叶片相关性不高。苹果花全铁含量与 5—6 月、7—8 月和 10 月叶片全铁和叶绿素之间均密切相关。初步表明用苹果和桃花全铁含量更容易区分正常果树和缺铁果树,能更好地预测果树生长早期铁营养状况和及早采取相应的防治措施,可以作为果树缺铁诊断指标。

关键词 桃; 苹果; 花; 叶片; 缺铁; 诊断

中图分类号 S661.1; S662.1; S143.472

Flower Fe as an Index to Diagnosing Fe Nutrition Status of Apple and Peach Trees

Ye Youliang^{1,2} Zhang Fusuo¹ Shi Yanxi² Han Xiuxiang³

Jiang Xueling⁴ Yu Zhongfan⁴

(1 China Agricultural University, Beijing 100094, China)

(2 Shandong Agricultural University, Taian 271018, China)

(3 Soil and Fertilizer Working Station of Feicheng County, Feicheng 271000, China)

(4 Yantai Academy of Agricultural Science, Yantai 265500, China)

Abstract Investigations was conducted with 130 peach trees in 25 orchards at Feicheng County, 263 apple trees in 18 orchards at Taian, Dezhou, Yantai area in Shandong Province, and iron concentration in flowers and leaves were analyzed. The results showed that the iron concentrations and the range in peach and apple trees flowers were much higher than it in leaves sampled in May to June, July to August and October. The iron concentrations in peach flowers were correlated well with the iron concentration and chlorophyll content in leaves sampled in May and October, but not with July. Furthermore, active iron in peach flowers were also correlated well with active iron in peach leaves sampled in May and October, but not with that in July. There were good correlations between iron concentration in apple flowers and the iron concentrations and chlorophyll contents in leaves sampled at each time. It suggested that it was easily to distinguish iron deficient fruit trees from iron

收稿日期: 2001-07-09

国家重点基础研究专题(G1999011700),国家自然科学基金重大资助项目(39790100)

* 叶优良,在职博士,研究方向为果树根际营养与施肥。

** 张福锁,教授,博导,研究方向为植物营养。联系作者。

adequate ones with iron concentration in both flowers, and could be an good iron deficient diagnosing index for predicting iron supply in fruit trees.

Key words peach; apple; flower; leaf; iron deficient chlorosis; diagnosing

植物因缺铁叶片失绿黄化,是石灰性土壤上很普遍的生理病害,在果树上尤为严重。果树由于铁供应不足,生长受阻,导致产量和品质下降,严重影响果农的经济收入。因此,寻找适宜的缺铁诊断指标,及早进行缺铁防治,对促进果业的发展具有非常重要的意义。Sanz 等的研究表明^[1~3],桃花中铁含量与叶片铁含量有很好的相关性,而且还可以克服叶片全铁、活性铁、叶绿素、过氧化氢酶活性等分析指标的缺点,较早测知树体铁营养状况,因此对防治桃树缺铁,尤其是早熟品种有重要作用。本研究旨在对用花铁含量作为桃和苹果缺铁诊断的可能性进行验证,为果树缺铁诊断提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

1.1.1 桃 供试桃树品种为肥桃,树龄为13年,试验地点在山东省肥城市。在肥桃主栽区,选择品种、树龄一致,不同缺铁程度桃园15块。在每园选不同缺铁程度桃树5~20棵,共计130棵。每株编号,每次定点定株采集桃花和叶片。

1.1.2 苹果 供试苹果品种为红富士,树龄为10—13年,试验地点在山东省的烟台、泰安、德州3个地区。分别在每个地区的苹果主栽区选择品种、树龄一致,不同缺铁程度的苹果园3~10个,每园选不同缺铁程度苹果树10~20株。试验共计18个果园,263株。每株编号,每次定点定株采集花和叶片。

1.2 样品采集

1.2.1 花样采集 花样采集时间为果树的盛花期。桃于1998-04-11—04-12进行,苹果于1998-04-16—04-24在泰安、德州、烟台3地区苹果主栽区采集。在不同果园,采集每棵苹果和桃树冠外围中部整个花器官,花样采集部位尽量和以后的叶片采集部位保持一致。每一株树为一个样品。样品采集完后立即在65~75℃下烘箱中烘干,用玻璃研钵磨细,备用。

1.2.2 叶片采集 桃树于1998-05-16—05-18,07-22—07-23,10-10—10-11分别采集桃树新稍中部7~8片叶。苹果于1998-05-25—06-05,07-25—08-05,10-15—10-25按物候期变化分别采集泰安、德州、烟台3地区苹果新稍中部7~8片叶。叶片采集部位尽量和花采集部位一致。每棵树采集30片叶,同花一样,为一个样品。样品采集后,立即用去离子水洗净,105℃下杀青15 min,65~75℃下烘箱中烘干,用玻璃研钵磨细,备用。

1.3 分析测定

叶绿素测定采用日本Minolta公司生产的SPAD-502手持叶绿素仪活体测定^[4]。每次采集苹果和桃树叶片新稍中部第7~8片叶时同时活体测定叶绿素,每棵树测定30片叶,取平均值。

花和叶片全铁用于灰化法测定^[5]。260℃碳化,580℃灰化,2 mL的1:1盐酸($V_{\text{水}}:V_{\text{盐酸}}$)溶解,用双蒸水定容至20 mL,PK-2100原子吸收测定。

花和叶片活性铁测定用0.1 mol·L⁻¹的HCl与烘干叶片按50:1的比例浸提,静置24 h,过滤,PK-2100原子吸收测定^[6]。

2 结果与分析

2.1 肥桃和富士苹果花铁含量和叶铁含量的比较

2.1.1 桃 对桃花和不同时间桃树叶片全铁含量进行分析表明,在 4 次采样中桃花全铁平均含量最高,分别比 5 月、7 月、10 月叶片全铁含量高 157.26%,135.72%和 71.43%。同时,花全铁含量变幅也为最大,分别比 5 月、7 月、10 月份叶片高出 118.01%,20.98%和 96.54%(表 1)。

表 1 桃树花和叶片中全铁含量 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1},\text{DW}$

采 样	平均	最小值	最大值	变 幅	样本数	标准差
4 月花	143.42	68.8	272.97	204.17	130	53.51
5 月叶	55.75	33.73	127.38	93.65	128	13.51
7 月叶	60.80	31.77	200.37	168.6	129	21.04
10 月叶	83.66	47.12	182.44	135.32	129	22.08

2.1.2 苹果 在 4 次采样中苹果花全铁平均含量高于桃花铁含量,也显著高于不同时间叶片全铁平均含量,花铁分别比 5—6 月、7—8 月、10 月叶片全铁含量高 523.10%,664.68%,290.41%;变幅分别比 5—6 月、7—8 月、10 月份叶片高出 504.95%,647.28%,206.54%(表 2)。

表 2 苹果花和叶片中全铁含量 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1},\text{DW}$

采 样	平均	最小值	最大值	变 幅	样本数	标准差
4 月花	532.75	480.90	1 288.19	807.73	247	289.71
5—6 月叶	85.50	30.88	164.40	133.52	254	26.38
7—8 月叶	69.67	24.39	132.48	108.09	238	18.53
10 月叶	136.46	48.42	311.92	263.50	247	75.04

桃和苹果花铁含量比叶片之间差异大,因此通过花铁含量比用叶片全铁含量更容易区分正常果树和缺铁果树。如果花铁含量与叶片铁含量之间有较好的相关性,则花铁就可以作为果树缺铁诊断指标。

2.2 肥桃和富士苹果花全铁含量与叶片全铁含量的关系

2.2.1 桃 用桃树花全铁和不同时间叶片全铁含量进行相关分析表明(表 3),花全铁含量与 5 月叶片和 10 月叶片全铁含量均有显著的相关性,但和 7 月叶片全铁含量相关性不显著。5 月份桃树正处于新梢旺长期,也是桃树缺铁的第一个高峰期,花全铁含量和叶片全铁含量有较好的相关性,与桃树的生长规律相符,说明这一段时间树体生长铁营养主要靠贮藏营养供给,对当年桃树缺铁早期防治具有重要指导意义。到 7 月下旬,桃树处于秋梢旺长期,进入桃树缺铁的第二个高峰期。此时,树体对铁需求量较大,叶片铁营养主要靠土壤和施肥供应,因而叶片铁含量与花铁含量相关性很低。到 10 月中旬,桃树生长进入养分回流期,养分开始在树体内贮存,花全铁含量与叶片有极好的相关性,说明用花铁含量可以预测树体铁营养贮存状况,对下一年桃树缺铁防治具有重要作用。

由于桃树花全铁与5月和10月份叶片有极好的相关性,因而通过回归方程就可以计算花铁含量,从而可制定出桃花全铁含量的适宜范围(表3)。

表3 桃和苹果花铁和叶片全铁的回归方程

采 样	回 归 方 程	相 关 系 数	样 本 数
桃	5月叶 $Fe_{花} = 0.81091 \times Fe_{叶} + 96.8900$	0.2557**	129
	7月叶 $Fe_{花} = (-0.109757 \times Fe_{叶} + 147.4897)$	-0.04535	122
	10月叶 $Fe_{花} = 1.11605 \times Fe_{叶} + 49.7665$	0.4134**	118
苹果	5—6月叶 $Fe_{花} = 4.5147 \times Fe_{叶} + 130.9912$	0.4071**	240
	7—8月叶 $Fe_{花} = 4.9376 \times Fe_{叶} + 193.5296$	0.3150**	228
	10月叶 $Fe_{花} = 2.9056 \times Fe_{叶} + 118.8370$	0.7674**	232

注: **为1%显著水平。下同。

2.2.2 苹果 用苹果花全铁含量和不同时间叶片全铁含量进行相关分析表明(表3),苹果花全铁含量与5—6月叶片、7—8月和10月叶片全铁含量均有极好的相关性,尤其是与10月叶片全铁含量相关性极好。5—6月是苹果春梢旺长期,也是苹果缺铁第一个高峰期,苹果花铁含量与这一阶段叶片有极好的相关性,就表明用苹果花铁含量就可以反映苹果从开花到春梢旺长期树体铁营养状况,如果我们根据苹果花铁含量进行缺铁矫正,就可以避免苹果在这一阶段出现缺铁现象,因而就保证了苹果早期的正常生长。7—8月份是苹果的秋梢旺长期,也是苹果缺铁的第二个高峰期,苹果花铁含量与此时叶片密切相关,就表明用苹果花铁含量也可以反映这一阶段苹果树体的铁营养状况,因而人们如能根据苹果花铁含量,在秋梢旺长前进行缺铁矫正,则对提高苹果产量和品质具有重要作用。到10月份,苹果已进入养分回流期,此时叶片全铁与苹果花铁之间的相关性极好,表明用花铁含量就可以反映当年树体铁营养贮存情况,可以指导苹果秋季或来年春季施肥。苹果花铁含量与5—6月、7—8月、10月叶片铁含量均有极好的相关性,这就说明用苹果花铁含量就可以反映不同时间苹果铁营养状况。从表3可以看出,通过苹果花铁含量和叶片铁含量之间的回归方程,就可以根据叶片铁营养诊断指标,制定出苹果花缺铁诊断指标。

2.3 肥桃和富士苹果花全铁含量与叶片叶绿素含量的关系

2.3.1 桃 对桃树花全铁和不同时间叶片叶绿素含量进行相关分析表明,花全铁与5月及10月叶片叶绿素含量密切相关,均达到1%显著水平。同全铁变化一样,花全铁与7月份叶片叶绿素含量相关性不高(表4)。7月份叶片叶绿素与花全铁相关性不高,说明此时叶片叶绿素含量的除了铁以外,还受其他因素如氮、钾、锌等的影响。5月和10月份叶片叶绿素与花铁含量较好的相关性初步证明了用花铁含量来进行桃树缺铁诊断有可行性。

表4 桃树花全铁与叶片全铁和叶绿素含量的相关分析

采 样	花铁与叶绿素		叶铁与叶绿素	
	相 关 系 数	样 本 数	相 关 系 数	样 本 数
5月叶	0.4013**	129	0.4013**	129
7月叶	0.0271	129	0.0271	129
10月叶	0.4098**	120	0.4098**	120

2.3.2 苹果 由表 5 可见, 苹果花全铁含量与不同时间叶片叶绿素含量也密切相关, 尤其是与 5—6 月和 7—8 月份叶片相关性更好。花铁含量与叶片叶绿素之间密切相关, 表明用花铁含量就可以反映不同时间叶片叶绿素含量。铁是叶绿素的重要组成成分, 苹果花铁含量与叶绿素密切相关, 就表明用花铁含量可以反映不同时间叶片叶绿素含量, 也就肯定了用花铁含量作为苹果缺铁诊断指标的可能性。花铁与 5—6 月和 7—8 月份苹果叶片叶绿素的相关性比 10 月份要好, 符合苹果的生长规律, 说明在 5 月和 7 月这 2 个苹果缺铁高峰期, 正常苹果和缺铁苹果叶绿素之间差异较大, 因而与苹果花铁含量变化相吻合。而到 10 月份苹果进入养分回流期, 树体开始贮存养分, 叶片中铁含量也逐步回升, 叶片叶绿素含量差异逐步缩小, 所以此时叶片叶绿素与苹果花铁之间的相关系数比 5—6 月、7—8 月叶片叶绿素含量与花铁含量之间的相关系数要低。

表 5 苹果花全铁与叶片全铁和叶绿素含量的相关分析

采 样	花铁与叶绿素		采 样 时 间	叶铁与叶绿素	
	相关系数	样本数		相关系数	样本数
5—6 月叶	0.517 3**	260	5—6 月叶	0.305 2**	260
7—8 月叶	0.429 5**	258	7—8 月叶	0.399 3**	258
10 月叶	0.197 9**	252	10 月叶	0.178 7**	252

2.4 肥桃和富士苹果叶片全铁含量与叶绿素的关系

2.4.1 桃 由表 4 可见, 桃树 5 月份、10 月份叶片全铁含量与叶绿素含量均成极显著相关, 而 7 月份叶片全铁含量与叶绿素之间相关性较低。这与花全铁含量和叶片全铁、叶绿素的相关性一致。也说明用叶片叶绿素含量进行果树缺铁诊断时的不稳定性。

2.4.2 苹果 用苹果不同时间叶片全铁含量与叶片叶绿素含量进行相关分析表明, 5—6 月、7—8 月和 10 月苹果叶片全铁与叶绿素之间均密切相关(表 5)。但同苹果花铁含量与不同时间叶片叶绿素之间的相关系数一样, 5—6 月和 7—8 月份叶片间明显大于 10 月份。这就初步肯定了用苹果花铁含量作为苹果缺铁诊断的可靠性。

2.5 肥桃花活性铁与叶片活性铁含量的关系

用 HCl 浸提出的叶片活性铁能准确反映植物体内铁营养状况, 是较好的缺铁诊断指标^[6~8]。但叶片活性铁只能在果树开花后 1 个多月, 叶片完全长成之后才能测定, 对矫正果树缺铁, 尤其是早熟品种, 明显偏晚。对桃花活性铁含量和叶片活性含量铁进行相关分析表明, 同全铁变化一样, 桃花活性铁含量与 5 月份、10 月份活性铁含量关系很密切, 但与 7 月份叶片活性铁相关性不高(表 6)。同全铁一样, 用花活性铁和叶片活性铁之间的回归方程就可以计算出桃花铁含量, 从而制定出花活性铁含量的适宜范围。

表 6 桃活性铁和叶片活性铁的回归方程

采 样	回 归 方 程	相关系数	样 本 数
5 月叶	$Fe_{\text{花}} = 0.852 58 \times Fe_{\text{叶}} + 50.700 67$	0.423 1**	100
7 月叶	$Fe_{\text{花}} = (0.126 87 \times Fe_{\text{叶}} + 71.581 15)$	0.099 4	122
10 月叶	$Fe_{\text{花}} = 0.392 69 \times Fe_{\text{叶}} + 63.032 42$	0.276 8**	118

3 讨 论

桃和苹果花铁含量和变幅明显大于不同时间叶片,表明缺铁果树和正常果树间花铁含量差异大于叶片,肯定了用花铁含量作为桃和苹果缺铁诊断的可能性。而苹果花铁含量与5—6月、7—8月、10月叶片全铁和叶绿素之间都密切相关,表明用苹果花铁含量作为苹果缺铁诊断指标的可行性。而桃花铁含量虽然与7月份叶片全铁和叶绿素相关性较低,但与5月份和10月份叶片全铁和叶绿素含量都密切相关,表明能够准确反映5月和10月桃树铁的铁营养状况。对桃树和苹果而言,在5—6月时果树正处于新梢旺长期,也是果树缺铁的第一个高峰期。桃和苹果花铁含量与5月份叶片全铁和叶绿素含量有极好的相关性,就表明用花铁含量能够准确预测这一段时间果树体内的铁营养状况。同时,用1或0.1 mol·L⁻¹ HCl浸提出的叶片活性铁是目前认可的较好的植物缺铁诊断指标,而肥桃5月和10月叶片活性铁与花活性铁之间极好的相关性也进一步肯定了用花铁含量进行果树缺铁诊断的可靠性。如果我们根据桃和苹果的花铁含量对缺铁桃和苹果在新梢生长前进行施肥矫正,则可避免果树在这一阶段因缺铁而失绿黄化,这就克服了叶片分析只能在叶片完全成熟,无法在果树第一个缺铁高峰期出现前进行矫正的缺点。与叶片分析相比,通过苹果花铁诊断来施肥,至少在时间上可以提前1个多月,这在生产中对防治果树缺铁,尤其是一些早熟品种则具有非常重要的意义。桃和苹果花铁含量与10月份叶片有较好的相关性,这就说明用桃和苹果花铁含量还可以反映当年树体铁营养贮存状况,可以较好指导果农秋季施肥,这与生产中果农的施肥习惯相符合。如果果农在秋季能够合理施肥,就能有充足的储藏营养,这样就可以推迟或减轻第二年果树缺铁黄叶病的发生。而我们用第二年的花铁含量进行缺铁诊断后进行施肥,就可以对果树缺铁进行有效防治。

Sanz 等的研究表明^[1~3],桃树花铁含量与盛花期后60 d和120 d叶片铁含量相关性最好,而本研究则是在桃树盛花期后50 d和180 d左右叶片铁含量与花铁含量相关性较好,这在时间上略有不同,这很可能是我们本次试验选用的肥桃为晚熟品种,到10月上旬才成熟,因而与Sanz等的试验结果不一致。我们对苹果的测定结果与Sanz等的时间也不一致,这就说明对于不同果树和不同品种,因果树生长周期和当地气候不一样,我们在用花铁含量进行缺铁诊断时要区别对待。同时,由于本次试验工作量大,时间紧,分析任务重,第二和第三年我们没能连续测定,所以无法制定出桃和苹果花铁含量丰缺指标。但我们的试验结果初步证明了用果树花铁含量作为缺铁诊断指标的可行性,为果树缺铁黄叶病的矫正提供了依据。

参 考 文 献

- 1 Sanz M, Montanes L. Flower analysis as a new approach to diagnosing the nutrition status of the peach tree. *J Plant Nutri*, 1995, 18(8):1667~1675
- 2 Sanz M, Pascual J, Machin J. Prognosis and correction of iron chlorosis in peach trees: influence on fruit quality. *J Plant Nutri*, 1997, 20(11):1567~1572
- 3 Montanes L, Sanz M. Prediction of reference values for early leaf analysis for peach trees. *J Plant Nutri*, 1994, 17(10):1647~1657
- 4 Peryea F J, Kammereck R. Use of Minolta SPAD-502 chlorophyll meter to quantify the effectiveness of mid-summer trunk injection of iron on chlorotic pear trees. *J Plant Nutri*, 1997, 20(11):1457~1463
- 5 南京农业大学主编. 土壤农化分析. 北京:农业出版社. 1994, 222~230
- 6 黄宏义. 果树缺铁失绿症的叶片诊断研究. *中国果树*, 1986, (1):5~8
- 7 何念祖译. 植物的铁营养. *土壤学进展*, 1986, (1):19~23
- 8 Koseoglu A T, Acikgoz V. Determination of iron chlorosis with extractable iron analysis in peach leaves. *J Plant Nutri*, 1995, 18(1):153~161