

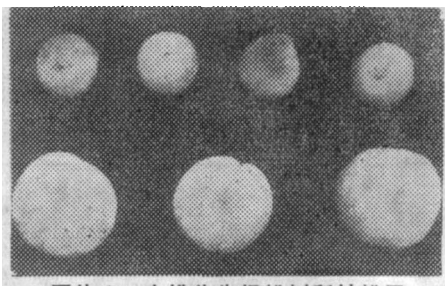
石灰性土壤果树失绿病及其发生的原因

胡定宇

(西北农学院)

植物失绿病又称黄化病、黄叶病，是石灰性土壤铁素营养失调引起的生理病害。在我国西北、华北等地区发病相当普遍，它对林木、果树、牧草、蔬菜及大田作物均有危害。果树受害最重，有的果园发病率高达20—60%以上。西农果园于1933年建成，总面积约350亩，1974年发病率最高为14—22%，红玉苹果发病最重为46%。果树失绿后，树势衰退，同化作用降低，产量品质下降(照片1)，严重者全株变黄，只果不结。

造成植物缺铁失绿的原因目前仍有不同看法。有的认为是土壤中铁锰比例不当；有的认为是高磷营养；有的则认为土壤中含有碳酸盐是造成缺绿的原因。现就我们多年来，对这一问题调查研究结果，整理如下。



照片1 上排为失绿桃树所结桃子
下排为正常桃树所结桃子

一、 树体缺铁营养诊断

用化学营养溶液，让植物吸收，根据其吸收后的反应，了解其养分丰缺情况。我们用 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ，配制成浓度为0.2、0.3、0.4、0.5、0.6%的铁素营养溶液，在典型失绿病叶枝条上，作以下处理(表1)，以观察失绿叶片对铁的反应。

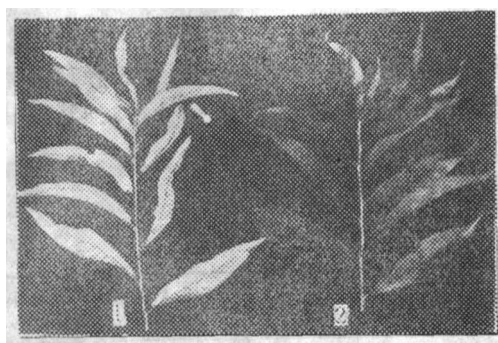
表1 果树缺铁的营养诊断处理及结果

诊断方法	具 体 操 作	观 察 结 果
叶面喷施	将一定浓度的铁营养液，用手持喷雾器，于傍晚对失绿叶片喷施。	傍晚喷施，12小时后(第二天早晨)开始复绿，一天后恢复常色(照片2)
半叶入浸	将病叶半截浸入铁营养液，少许时间后取出，观察叶色变化。	和喷施情况相同，一天后复绿正常。
叶片注射	选择黄化叶片，在叶片中部钻一小孔，再将滤纸做成细捻，穿过小孔并与小孔壁紧密接触，后将滤纸放入含有铁营养液的试管中，此时营养液即沿滤纸上升，进入叶内，吸收1—2小时后，取出观察。	叶面小孔周围恢复正常(照片3)。
叶脉注射	选一失绿叶片，将叶肉撕去，立即浸入含铁营养液的试管中，经1—2小时后取出，观察临近失绿叶的变化。	不易观察

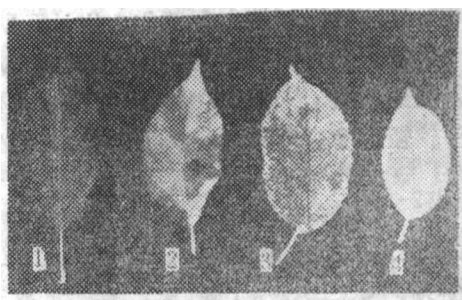
试验结果表明，果树失绿病对铁营养液有明显反应，增加失绿叶的铁营养，均能使病叶复绿，证明石灰性土壤果树失绿确系缺铁引起。

铁液喷施最适浓度似拟0.3—0.4%为宜。在此浓度范围内，植株体反应快，效果好，浓度大于0.5%常有盐害发生。

据观察，失绿叶经处理后叶色均能迅速复绿，但新叶仍呈病状。这可能与铁在植物体中移动困难有关。



照片2 1.失绿桃树枝条
2.叶片喷铁后复绿枝条



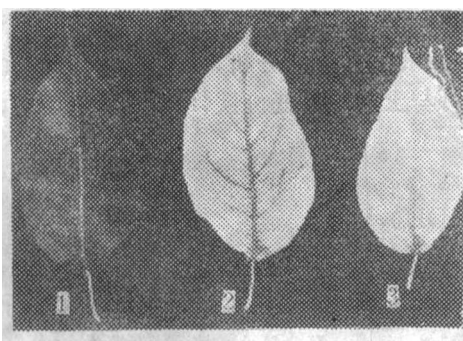
照片3 1.正常梨叶
2.失绿叶片,经钻孔叶片注射后,
钻孔周围复绿情况
3.过渡性失绿叶片
4.典型失绿叶片

比较这几种诊断方法,我们认为营养液根外喷施和半叶浸入法较好,特别是后者,方法简便,宜于应用。

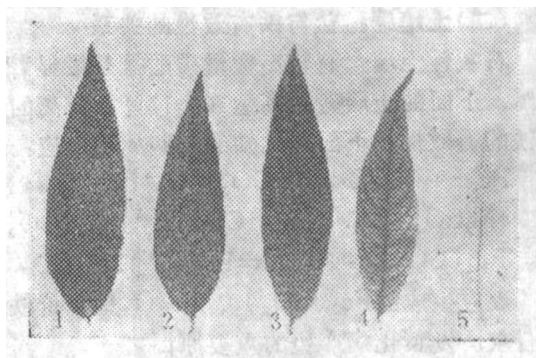
二、果树失绿后的形态特征和变化

植物含铁量一般为干重的0.3%,相当部分集中在叶绿体中,铁与叶绿素的克分子比,大多数植物为1:4—1:10。铁虽不是叶绿素的组成成分,但对叶绿素的形成及叶绿体正常功能是必不可少的。因此没有铁或铁不足,植物就会呈现失绿病症。

由于各种果树对铁的需要程度不一,对铁饥饿反应的灵敏程度、呈现的症状也有所不同。苹果缺铁,新梢顶端叶子首先变为黄白色,后渐向下扩展。叶片黄化的特征是主脉和细脉保持绿色,而其他部分呈黄白色。缺铁严重时,叶缘呈褐枯色,逐渐扩大,直至干落,新梢生长受阻,甚至发生枯梢。梨树缺铁和苹果树相似,唯严重缺铁时,叶片上常有不规则的坏死斑块,叶脉也会失绿变黄(照片4)。桃树也如此,开始缺铁时叶肉发黄,叶脉仍绿,继之叶片变黄白色,叶子早落(照片5)。



照片4 1.正常梨叶
2.主脉和细脉保持绿色的梨叶
3.失绿较严重的梨叶



照片5 1.正常桃叶
2—4.过渡性失绿桃叶
5.失绿桃叶

铁是植物体内最不易移动的元素之一。所以在铁不足的情况下,老龄枝叶不显黄化症状,只是在铁极度饥饿时才出现。因此缺铁症状的特点是首先在幼枝嫩叶和新芽部分最先呈黄化症状。叶片变化的程序是:绿→黄绿→黄→黄白→叶尖及叶缘褐白→干褐→凋落。

果树各生长期发病情况不同。每年生长前期,没有黄化病叶,待到六月、七月即果树生长

最旺时期，树冠顶端出现黄化，生长后期较轻，甚至自然复绿。

失绿病与果树种类及品种有关(表2)。桃发病率最高为22%，次为苹果18%，梨较轻14%。苹果以红玉最重，发病率46%(严重病株占11%)；国光次之，发病率44%(严重病株占3.8%)；其他品种较轻，发病率5.7%(严重病株占2.1%)。

表2 不同果树及品种与失绿病发生的关系*

(西北农学院果园：武功二道渠)

果树种类	面积(亩)	总株数	病株	占总株数(%)	品 种	总株数	病 株	占总株数(%)	严重病株	占总株数(%)	严重病株占病株数(%)
苹 果	72.7	1173	210	18	红 玉	153	71	46	17	11	24
					国 光	512	93	44	8	4	9
					其 他	808	46	6	17	2	37
桃	34.2	953	211	22	桔 早 生	337	100	30	30	9	30
					其 他	616	111	18	9	2	8
梨	39.1	853	120	14	—	853	120	14	32	4	27

* 失绿病分三级：一级：失绿病叶5%以下为正常植株
 二级：失绿病叶5—50%间为一般病株
 三级：失绿病叶50%以上为严重病株

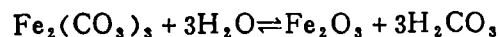
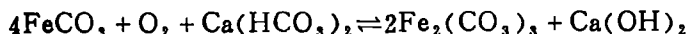
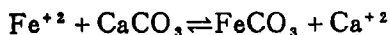
三、诱致果树失绿病的土壤因素

(一)石灰性土壤铁的含量及供铁水平

石灰性土壤全铁含量不低。据中国科学院西北水保所分析(表3)，黄土地区土壤全铁含量变动于1.74—4.38%之间，平均2.81%。但有效铁含量较低，平均4.2ppm。540个土壤分析样品统计，有效铁<2.5ppm的约占10%，2.5—4.5ppm的约占32%。说明有相当多的土壤有效铁缺乏或可能缺乏。

(二)土壤碳酸盐与铁有效性的关系

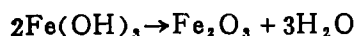
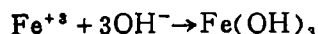
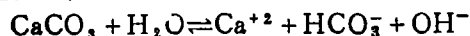
石灰性土壤含有较高数量碳酸盐是最显著的特点。据我们多年的分析，CaCO₃含量约为5—10%，下面的土层有的高达10—17%。游离的CaCO₃可与土壤中的低价铁(Fe⁺²)发生反应，降低铁的有效性。下面是已知的一些放热反应：



反应生成的Fe₂(CO₃)₃、Fe₂O₃呈高价铁形态，铁被沉淀，使果树无法吸收。这就是所谓的石灰诱发黄化病产生的重要原因之一。

(三)土壤酸碱性对铁有效性的影响

土壤酸碱度与铁的有效性也有密切关系。酸性条件下，铁的溶解度高，碱性条件下则铁易发生沉淀，从而降低铁的有效性。



土壤pH值增高，直接与土壤中的CaCO₃有关。根据我们测定，果园土壤和大田土壤pH值

均在8.0—8.2之间。

(四)土壤有效磷对铁有效性的影响

土壤中的铁和磷都是果树生育必不可少的矿质营养元素。协调供应有助于果树开花、结果，如磷素含量过高，则可使果树吸收态低价铁(Fe²⁺)发生沉淀，包被于树根表面，降低铁的有效供应和吸收。据李鼎新测定，武功果园土壤中有效磷含量较武功一般肥沃土壤高1.4倍，比瘦壤土高4.5—5.0倍，比最肥沃的西安郊区沃灌壤土还高32%(表5)。土壤有效磷总贮量(连续10次浸提测定总量)武功果园土为154ppm，比一般耕层土(29.8ppm)也高4.2倍。

(五)土壤湿度与失绿病发生的关系

在调查中我们发现，每年都要大水漫灌几次的西农果园失绿病较为严重，而地处旱塬无灌溉条件的扶风果园则无失绿现象。据此我们推测，果树失绿似与灌溉增加土壤湿度有关。灌溉水既可促进土壤中碳酸盐水解，且可增加土壤湿度，降低CO₂分压，提高土壤重碳酸根离子(HCO₃⁻)含量。

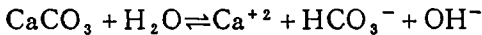


表3 石灰性土壤全铁及有效铁含量*

土壤	全铁含量(%)			有效铁含量(ppm)		
	样数	变幅	均值	样数	变幅	均值
壤土	102	2.62—4.38	3.29	181	5.4—5.8	5.6
黑垆土	49	2.65—3.28	2.89	81	4.1—4.8	4.5
黄绵土	56	2.20—3.16	2.67	116	3.4—3.9	3.7
栗钙土	8	2.34—2.96	2.57	—	—	—
灰钙土	54	1.74—3.24	2.63	36	2.4—3.7	3.1

* 根据余存祖等分析资料整理(陕西农业科学1982年6期)

表4 石灰性土壤不同层次的pH值

土样	采土深度(厘米)					
	0—20	20—40	40—60	60—80	80—100	100—120
果园土壤 I	8.2	8.2	8.1	8.1	8.2	8.2
果园土壤 II	8.2	8.1	8.2	8.1	8.1	8.1
果园土壤	8.1	8.2	8.1	8.1	8.2	8.2

表5 果园土与一般土有效磷含量比较

土壤	采土地点	样次	有效磷含量(P, ppm)	
			范围	平均
壤土	武功	54	2.5—26.0	11.7
	蒲城	36	2.3—14.0	5.19
	乾县	20	2.5—13.0	4.8
沃灌壤土	西安	9	9.5—28.7	21.5
果园土	武功	6	22.7—34.0	28.3

* 根据李鼎新分析资料整理(土壤通报1980年6期)

表6 土壤重碳酸根(HCO₃⁻)对果树失绿病的影响

采样地点	品种	发病率(%)	HCO ₃ ⁻ (毫克当量/100克土)	pH
西农果园	国光	正常	0.78	8.2
		正常	0.77	8.1
		正常	0.74	8.1
		30	0.72	8.2
		30	0.78	8.1
		50	0.81	8.0
		50	0.82	8.1
	红玉	正常	0.77	8.1
		正常	0.72	8.1
		正常	0.76	8.1
		正常	0.77	8.2
		40	0.78	8.1
		50	0.73	8.1
		>50	0.72	8.2
扶风果园	红玉	>50	0.72	8.1
		100	0.77	8.0
		100	0.77	8.1
		100	0.78	8.2
		100	0.76	8.1
		正常	0.50	8.1
		正常	0.47	8.1
正常	0.45	8.1		
正常	0.35	8.1		
正常	0.39	8.2		
正常	0.49	8.1		
正常	0.42	8.0		
正常	0.40	8.0		

* 采土深度均为20—50厘米。

HCO_3^- 增加,可使磷的溶解度提高,形成磷酸铁(FePO_4),降低铁的有效性。 HCO_3^- 也能影响果树根系核糖核酸的活性,从而影响蛋白质代谢和叶绿素形成(Brown J.C.1959,1960)。由此可见,控制过量水分,对石灰性碱性土比对酸性土更为重要。

据我们实际测定,未显失绿的扶风果园土 HCO_3^- 为0.4—0.5毫克当量/100克土,而失绿病发生的西农果园土 HCO_3^- 多在0.7—0.8毫克当量/100克土(表6)

四、果树失绿病的防治

1. 增施、深施有机肥。果树每年都要从土壤中吸收并带走大量养分,同时按照植保方面的要求,冬季还要将果园中的枯枝落叶全部清掉,果园土壤的有机物质和养分每年都有大量消耗。为保持和提高土壤肥力,增强树势,抑制失绿病发生,增施有机肥,就显得特别重要。

果树根系活动最活跃的土层是40—80厘米,深施有机肥,对提高肥料利用率,营养树体,发展根系都有良好作用。

2. 改两次施肥制(花前、后施)为三次追肥制(花前、后两次,自然落果后一次)。果树经过夏季旺盛生长和开花结实后,体内养分消耗极大,这次追肥可为树势恢复,创造和贮备充分养分,为安全越冬和来年生长提供良好的营养条件。

3. 适当控制灌水数量和次数,防止大水漫灌,同时应作好果园土壤的抗旱保墒工作。

4. 石灰性土壤本身pH值较高,尽可能避免 NH_4HCO_3 等碱性肥料的施用。

5. 对已显著失绿病株采用“穴施铁液浸根一见根穴施铁有机肥综合防治法”(土壤学报,1979年16卷,2期)。即先用2%硫酸亚铁溶液100—120斤浸根,再施入硫酸亚铁2斤或4斤和有机肥40斤混合肥料。铁盐浸根,能使根直接与铁肥接触,增强根对铁的吸收,生效快;施用铁—有机混合肥,可有效增强铁的有效性,肥效稳长是防治果树失绿病的有效措施。

(上接第38页)

[5] 朱盈权,分析化学,第4卷1期,第319页,1976。

[6] Sanzalone, R. F. et al., Anal. Chim. Acta, 105:247—253, 1979。

[7] 冶金部钢铁研究院化学室译(W. 斯拉文著),原子吸收光谱分析,第131页,冶金工业出版社,1977。

[8] C. A. 86:150036, 1877。