

杨树黄叶病害叶片活性铁分析及施铁肥诊断技术研究

宋宏伟, 卢绍辉, 马俊青, 袁国军, 梅象信

(河南省林业科学研究院, 河南 郑州 450008)

摘要: 为了摸清杨树黄叶病害的发病原因, 为杨树黄叶病害防治提供理论依据, 在河南省杨树黄叶病典型发生区选择 21 个采样点进行叶片活性铁分析。结果表明, 病叶活性铁平均含量为 10.73 mg/kg, 显著低于健康叶片 (24.99 mg/kg)。通过叶面喷施、盆栽苗木根施、大树根施硫酸亚铁及病枝条在不同基质中培养等施肥诊断试验证明, 补铁后能明显减轻杨树黄叶病症状或使植株恢复健康。从杨树叶片活性铁分析及施肥诊断 2 个方面证明, 活性铁缺乏是造成杨树叶片失绿变黄的主要原因。

关键词: 杨树黄叶病; 活性铁; 施肥诊断

中图分类号: S792.11 S763.19 文献标志码: A 文章编号: 1004-3268(2012)07-0095-04

Analysis of Active Iron in Chlorotic Poplar Leaves and Study on Diagnostic Techniques by Applying Iron Fertilizer

SONG Hong-wei, LU Shao-hui, MA Jun-qing, YUAN Guo-jun, MEI Xiang-xin

(Henan Academy of Forestry, Zhengzhou 450008, China)

Abstract: To clear the causes of poplar yellow leaf disease, the active iron of poplar leaves was analyzed, which were collected from 21 sampling spots in the epidemic areas of poplar yellow leaf disease. The results showed that the average content of active iron in diseased leaves was 10.73 mg/kg, significantly lower than in healthy leaves, which was 24.99 mg/kg. By applying both foliage spray and rhizosphere fertilization to potting seedlings and adult trees, the plant disease was either obviously mitigable or recoverable after supplying iron. Altogether, these findings proved that polar leaf chlorosis mainly resulted from the lack of active iron.

Key words: poplar yellow leaf disease; active iron; fertilization diagnosis

杨树黄叶病是危害杨树的一种新病害。病叶叶肉变淡绿色或黄绿色, 叶脉为乳白色, 叶脉两侧叶肉仍为绿色, 呈现出绿色网纹。随着症状加重, 叶脉两侧的绿色也会逐渐变淡并消失, 使整个叶片呈黄白色。病叶变小、变厚, 叶绿素含量、光合速率和蒸腾速率急剧下降, 树木生长受到严重影响^[1]。目前, 该病害在河南省 11 个省辖市的 28 个县(市、区)均有不同程度的发生。2007—2009 年笔者在河北、安徽、甘肃等省的杨树上也曾发现有该病害发生。

自杨树黄叶病暴发成灾以来, 众多专家学者从不同角度对该病的病因进行了诊断分析, 其中在叶片营养方面, 淮稳霞等对病、健杨树叶片 N、P、K、Mg、Cu、Zn、Fe、Mn 等营养元素全量值进行了测定分析, 没有发现明显差异^[2]。由于叶片营养元素的全量值不能很好地反映植物的营养状况, 而活性成分含量才能更准确地反映植物营养状况^[3-4], 河南省林业科学研究院杨树黄叶病害研究课题组对病、健杨树叶片主要营养元素的活性成分进行了分析, 初

收稿日期: 2011-12-01

基金项目: 郑州市科技创新团队项目

作者简介: 宋宏伟(1963-), 男, 河南郑州人, 研究员, 本科, 主要从事林木病虫害防治技术研究。E-mail: songhw1963@163.com

步发现叶片活性铁与杨树黄叶病关系密切^[5]。为了证明试验结果的一致性,课题组扩大了采样区域和采样时间,对全省不同病区的病、健杨树叶片活性铁含量进行了分析比较,同时进行了不同方式的施肥诊断试验,以进一步摸清杨树黄叶病害的病因,为科学防治提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验树种

杨树品种为 107 杨、108 杨。

1.2 活性铁测定

1.2.1 样品采集 2008—2009 年,在全省杨树黄叶病典型发生区选择有代表性的 21 个采样点,每点分别选定表现典型症状的杨树黄叶病树和健树各 10 株作为采样株,树龄 3~5 a。每株树在东、南、西、北、中 5 个方位各选取 3 个当年生枝条,取枝条中部叶片,每枝取 6~10 片叶,不取有病虫危害或破损的不正常叶子。将每株树上所采叶片混合,装入保鲜袋中,注明采样地点和株号。叶样取回后,先用蒸馏水洗净,然后晾干,暂存于冰箱冷藏室中备用。

1.2.2 测定方法 将鲜叶研磨碎,用 1 mol/L 盐酸按 1:10 的比例浸提(连续振荡 5 h),过滤后,用原子吸收分光光度计测定浸提液中铁的含量。

1.3 叶面喷肥试验

2007—2008 年,在修武县秦厂村和河南省林科院试验林场同时进行了喷施硫酸亚铁、硫酸锌、硫酸铜、硫酸锰、钼酸铵、硫酸镁、磷酸二氢钾、尿素、过磷酸钙试验(以上药剂皆为分析纯,主要成分含量在 99.0% 以上)。每种药剂处理 5 株病树(树龄 5 a),采用喷雾方法,喷药时将以上药剂分别用水稀释 333.33 倍(即稀释成 0.3% 的水溶液)。喷药量以叶尖滴水为宜,以喷清水作为对照。2007 年于 7 月 3 日喷第 1 次药,2008 年于 6 月 19 日喷第 1 次药,之后每隔 10 d 喷 1 次,共喷 3 次。喷药后定期调查喷施效果。

1.4 盆栽苗木根施铁肥试验

2009 年 5 月 12 日,从病区苗圃挖当年生病苗 60 株,带原苗圃土栽植到花盆中,每盆 1 株病苗。其中 50 盆病苗进行硫酸亚铁根施处理,用 0.3% 的硫酸亚铁水溶液 1 L 灌根,每隔 10 d 施药 1 次,共施药 3 次,其余 10 盆病苗进行浇清水处理,作为病株对照。同时从附近选取 10 株当年生健康杨树苗,带健康苗圃土栽植到花盆中,每盆 1 株健康苗,进行浇清水处理,作为健康对照。处理后定期观察杨树黄叶病症状的变化情况。为了更加科学地反映叶色

变化情况,还使用 CR-400 色差计测定各处理的叶片颜色,用 b^* (+b 偏黄, -b 偏蓝) 来表示黄色程度。

1.5 病枝条不同基质扦插培养试验

试验在河南省林科院试验林场日光温室中进行,设 4 种基质处理,分别是:珍珠岩、珍珠岩加复合铁肥、腐殖土、病区土。发病枝条采自修武县、辉县的严重发病树。将当年生发病枝条剪截成 10 cm 长的插条,每根插条带 2~3 片病叶,分别插入 4 种不同的基质中,每种基质扦插 200 根插条。2007 年 7 月 6 日扦插,采用全光照喷雾管理,白天每 0.5 h 喷雾 1 次,每次喷雾时间为 20 s,晚上自动停止喷雾。扦插后定期观察插条和病叶的变化情况。

1.6 杨树根施铁肥试验

试验于 2008 年在临颖县窝城镇沟张村进行,杨树种植密度为 1 m×2 m×6 m(1 行窄行 1 行宽行),树龄 5 a,平均胸径 14.7 cm。选取 60 株症状较为一致的病树,每 20 株为 1 组(2 行,每行 10 株),共分成 3 组。每组树在距树干基部外围 1.5 m 处做一封闭田埂(利于浇水和管理),将 20 株树围在一个埂畦中。对 3 组树分别进行株施 200 g 硫酸亚铁处理、株施 1 000 g 硫酸亚铁处理和空白对照处理。施第 1 次铁肥后,每隔 10~15 d 再施 1 次,共施 3 次。施铁肥时,先将硫酸亚铁用 30 kg 水溶解,均匀浇灌在每株病树根部周围土壤中。对照只浇水不施铁肥。施铁肥后定期观察杨树黄叶病症状的变化情况。

2 结果与分析

2.1 叶片活性铁含量分析

由表 1 可见,在同一采样点,病叶活性铁含量都显著低于健叶。病叶活性铁含量比健叶降低的百分率最高为 84.30%(辉县赵固乡 II),最低为 16.01%(新郑郭店 III)。21 个采样点样品中,病叶活性铁平均含量为 10.73 mg/kg,健叶活性铁平均含量为 24.99 mg/kg。2008 年 6 月 21 日所采集样品中,新郑郭店 III 健叶活性铁含量为 14.37 mg/kg,不表现黄叶症状,而同期样品新郑郭店 II 病叶活性铁含量为 18.84 mg/kg,却表明出明显的黄叶病害症状,出现这种情况的原因可能与 2 个采样点的立地条件存在差异、树木个体抗病性强弱不同、其他元素对活性铁产生影响等因素有关,即不同地点、不同个体出现黄叶病害时的叶片活性铁含量存在差异。但从试验结果来看,杨树叶片活性铁在平均值 10.73 mg/kg 以下时,肯定表现出明显的黄叶病症状。

表 1 杨树病、健叶片活性铁含量测定结果 mg/kg

采样时间/ (年-月-日)	采样地点	活性铁含量		采样时间/ (年-月-日)	采样地点	活性铁含量	
		病叶	健叶			病叶	健叶
2008-06-17	辉县赵固乡 I	8.90a	32.74b	2008-06-21	新郑机场 III	8.92a	37.57b
2008-06-17	辉县赵固乡 II	4.82a	30.70b	2008-06-21	新郑郭店 I	13.17a	28.49b
2008-06-17	辉县赵固乡 III	6.86a	20.48b	2008-06-21	新郑郭店 II	18.84a	22.94b
2008-06-17	济源南夫村 I	8.22a	19.80b	2008-06-21	新郑郭店 III	12.07a	14.37b
2008-06-17	济源南夫村 II	6.86a	32.74b	2009-09-08	临颖县 I	10.34a	23.16b
2008-06-17	济源南夫村 III	8.22a	25.94b	2009-09-08	临颖县 II	10.60a	23.16b
2008-06-21	长葛石固镇 I	10.13a	18.55b	2009-09-08	临颖县 III	12.17a	23.95b
2008-06-21	长葛石固镇 II	8.77a	19.45b	2009-09-08	焦作市 I	15.84a	24.47b
2008-06-21	长葛石固镇 III	10.50a	20.35b	2009-09-08	焦作市 II	16.10a	27.61b
2008-06-21	新郑机场 I	7.83a	21.97b	2009-09-08	焦作市 III	18.45a	26.57b
2008-06-21	新郑机场 II	7.74a	29.86b	21 批样品平均值		10.73	24.99

注:1. 编号 I、II、III 代表同一地名 3 个不同的采样点; 2. 差异分析在同一个采样点的病、健叶之间进行, 数字后字母不同表示在 0.05 水平上差异显著。

2.2 叶面喷肥试验结果

连续 2 a 的重复试验结果显示, 喷药后 7 d, 在喷施硫酸亚铁处理的杨树病叶片上出现了明显的绿斑, 而喷施其他药剂的处理没有任何反应。随着喷药次数的增加, 喷施硫酸亚铁处理的叶面上绿斑面积逐渐扩大, 而喷施其他药剂的处理在喷完 3 次药后仍没有任何反应。

2008 年, 梁振普等^[6]报道了在病苗及 4 年生发病树上喷施多菌灵、120 农用抗菌素、甲基托布津、OS 施特灵、菌克毒克、土霉素、四环素及硫酸亚铁、硫酸铜、硫酸锌、硼锰锌钙等药剂的试验效果, 发现施药 1 周后硫酸亚铁喷施区叶片开始出现绿斑, 其他各项试验无可见的药效, 与本试验处理的结果一致。

2.3 盆栽苗木根施铁肥试验结果

试验结果显示: 处理后 15 d, 施硫酸亚铁处理的病苗叶片颜色明显转绿, 处理后 30~40 d, 施硫酸亚铁处理的病苗叶片已完全恢复正常, 且与健康对照无显著差异, 而病株对照处理仍表现出明显的黄叶病症状。CR-400 色差计的测定结果如表 2 所示。由表 2 可见, 病苗根施硫酸亚铁后叶色能完全恢复正常。

表 2 病苗施铁肥后叶片黄色均值(b*)变化

处理	测定日期/(月-日)				叶色描述
	05-12	05-19	06-04	06-12	
根施硫酸亚铁	50.84a	30.59a	20.47a	14.96a	恢复正常
病株对照	49.92a	50.84b	45.62b	31.58b	表现黄叶病症状
健康对照	15.31b	16.12c	15.89a	14.73a	健康对照

注: 同列数据后不同字母表示在 0.05 水平上差异显著, 下同。

2.4 病枝条不同基质扦插培养试验结果

扦插试验结果显示: 各处理插条在扦插后第 10

天根部皮层即出现白色突起, 产生了明显的愈伤组织, 第 15 天愈伤组织开始出现许多原始体, 第 20 天后皮部和愈伤组织形成双层根, 产生了明显的根团。从叶片颜色变化情况来看, 插后第 10 天, 嫩枝上带的黄叶开始逐渐返绿。返绿时, 绿色沿主叶脉和支叶脉向四周扩散, 这种现象被称作“绿进黄退”。由表 3 可见, 不同基质处理的插条, “绿进黄退”的程度不同, 其中以珍珠岩加复合铁肥基质上插条叶片的“绿进黄退”现象最为明显, 恢复正常株率达到 99.0%, 腐殖土次之, 病区土最低。4 种基质上病插条黄叶病症状的变化情况说明基质条件对杨树黄叶病的影响显著。在营养丰富的珍珠岩加复合铁肥、腐殖土基质上, 出现了明显的“绿进黄退”现象, 插条上已经表现出黄叶症状的老叶在一段时间后恢复正常, 证明了杨树黄叶现象与铁缺乏有密切关系。该试验同时也证明补铁能够治愈杨树黄叶病。

表 3 不同基质处理插条症状变化情况比较

基质类型	2007 年 7 月 6 日		2007 年 7 月 22 日		
	病株数 /株	病株率 /%	病株数 /株	病株率 /%	恢复正常 株率/%
珍珠岩	200	100	65	32.5	67.5a
珍珠岩加铁肥	200	100	2	1.0	99.0b
腐殖土	200	100	5	2.5	97.5b
病区土	200	100	194	97.0	3.0c

2.5 杨树根施铁肥试验结果

在 2008 年 5 月 6 日、5 月 20 日、6 月 17 日连续 3 次对 5 a 生杨树(平均胸径 14.7 cm)根施硫酸亚铁后, 一直观察到落叶, 当年黄叶病害症状均未见明显减轻。2009 年 5 月 8 日再次对处理树进行调查时, 发现株施 1 000 g 硫酸亚铁处理的杨树已经完全恢复正常, 株施 200 g 硫酸亚铁处理的黄叶病害

症状也明显减轻,而对照杨树仍表现出明显的黄叶病害症状。该结果说明:(1)成龄树患黄叶病害后仍能通过根施硫酸亚铁矫治;(2)对于成龄树来说,施药后的效果当年很难表现出来,矫治比较困难,这可能与树体高大,铁元素的吸收和运输距离较远,铁在杨树体内移动速度较慢,大树树体内部的营养环境对施肥的反应较为迟钝等因素有关。

3 结论与讨论

铁是最早发现的植物必需微量营养元素,它对于叶绿素的合成和许多酶活性的发挥是必不可少的^[7]。植物缺铁首先始于幼叶,典型的症状是叶片的脉间失绿,往往明显可见叶脉深绿而叶脉间黄化的“黄绿相间”现象^[8]。杨树黄叶病害的症状特点和发生规律明显符合上述关于缺铁症状的描述。通过对杨树黄叶病害叶片活性铁的分析测定证明:病叶活性铁含量显著低于健叶。

施肥诊断是植物营养诊断的一项重要措施。对缺素病害病因的诊断常采用排除病因的检验法,即根据初步分析的可疑病因,用可疑缺乏元素的盐类对病株进行喷洒、注射、灌根等方法治疗,观察是否可以减轻病害或恢复健康^[9]。本研究通过叶面喷施、盆栽苗木根施、大树根施铁肥及病枝条不同基质培养试验等排除病因的检验法证明:只有补铁才能明显减轻症状或恢复健康,因此,缺铁是导致杨树叶片失绿变黄的直接原因。杨树黄叶病害可以通过增施铁肥进行防治。

将杨树叶片铁营养分析及施肥诊断的结果相结合,印证了活性铁缺乏与杨树黄叶病害的关系,即叶片失绿变黄是由于活性铁减少引起的,活性铁缺乏是导致杨树黄叶病害的直接原因。

关于杨树黄叶病害属于侵染性病害还是非侵染性病害的问题目前仍在争议中。本研究虽然证明了活性铁缺乏是导致杨树叶片失绿变黄的直接原因,但是什么因素导致的活性铁缺乏呢?目前关于这个问题有 2 种观点,其一是认为由于非侵染性因素(如土壤营养元素失调等)引起的活性铁缺乏,其二是认为由于侵染性因素(如病毒浸染)导致杨树对铁营养吸收和运输的异常,从而造成的活性铁缺乏,至于属于哪一种情况还有待于进一步的研究证明。

参考文献:

- [1] 宋宏伟,卢绍辉,翟小巧,等. 杨树黄叶病症状及侵染性研究初报[J]. 中国森林病虫, 2010, 29(2): 8-11.
- [2] 淮稳霞,赵文霞,田国忠,等. 河南省杨树黄叶症病因的初步诊断[C]//彭友良. 中国植物病理学会 2007 年学术年会论文集(1). 西安:西北农林科技大学出版社, 2007:193-196.
- [3] 邹春琴,陈新平,张福锁,等. 活性铁作为植物铁营养状况诊断指标的相关研究[J]. 植物营养与肥料学报, 1998, 4(4): 399-406.
- [4] 高桥英一,吉野实,前田正男,等. 植物营养元素缺乏与过剩诊断[M]. 长春:吉林科技出版社, 2002:148-152.
- [5] 马俊青,宋宏伟,翟小巧,等. 叶片活性铁与杨树黄叶病的关系研究[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(32): 13120-13121.
- [6] 梁振普,张小霞,乔冠华,等. 河南地区杨树“黄叶病”研究初报[J]. 中国农学通报, 2008, 24(1): 384-388.
- [7] 何念祖. 植物的铁营养[J]. 土壤学进展, 1986(1): 19-23.
- [8] 黄建国. 植物营养学[M]. 北京:中国林业出版社, 2004:204-212.
- [9] 许志刚. 普通植物病理学[M]. 北京:中国农业出版社, 2006:257-266.