银杏幼树黄化的土壤原因及对策研究

蒋代华, 陈佩琼, 白厚义, 李昆志, 唐新莲, 骆东奇

(广西大学农学院, 广西南宁 530005)

摘要: 通过果园调查、盆栽试验、大田验证试验及室内化验分析, 找出银杏幼树黄化的主要原因是: 土壤有效养分缺乏; pH 低、酸度大; 有效铝含量高, 存在铝毒危害。并提出了相应的防治措施: 即施用 N、P、K、石灰、有机肥、B、Zn 肥料, 可以防治银杏幼树黄化。

关键词: 银杏幼树; 黄化; 土壤原因; 对策

中图分类号: S158.3; S666.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2002)03-0283-06

A study on young *Ginkgo* plants etiolation and the countermeasures

JIANG Dai-hua, CHEN Pei-qiong, BAI Hou-yi,

LI Kun-zhi, TANG Xin-lian, LUO Dong-qi,

(Agric. College, Guangxi Univ., Nanning 530005, China)

Abstract: According to the investigations in orchard, pot experiments, field verifying experiments and indoor chemical analysis, we found that the main etiolating cause for young *Ginkgo biloba* L. plants was the lack of effective nutrients in soil, low pH value, high acidity, high active aluminium content, and the existence of aluminium toxicity. Corresponding preventive measure is provided in this paper, that is applying N, P, K fertilizer, lime, organic fertilizer, and B, Zn chemical fertilizers.

Key words: young *Ginkgo biloba* L. plant; etiolation; soil reason; countermeasure

银杏(*Ginkgo bicobal* L.) 是世界上最古老的孑遗植物^(1,2), 是果材兼用和城市绿化、美化的树种, 可谓全身是宝, 尤其以银杏果实及叶片在食品和医药上有着重要的经济价值。

近十多年银杏在广西乃至我国发展迅猛, 种植面积不断扩大, 已成为种植区农民脱贫致富的好途径。在广西的主产区桂林地区的兴安、全州、灵川等县成为广西世界银行贷款第二期红壤开发项目的

主栽果树。开发种植银杏成为了农民致富、当地经济发展的新的经济增长点。

然而, 在这些地方新种植的银杏幼树大面积出现不同程度的叶片黄化, 有的甚至死亡。这一大面积出现的黄化现象, 若不及时解决, 将严重打击农民种植的积极性, 势必严重制约银杏的大力发展。应当地农民及政府的强烈要求, 在广西外资项目管理中心的支持下, 我们针对这一问题立项研究。

收稿日期: 2001-08-09

作者简介: 蒋代华(1962-), 男, 广西兴安人, 广西大学讲师, 学士学位, 从事教学工作。

基金项目: 世界银行贷款第二期红壤开发项目(桂农业科学 199644 号)

1 材料与方 法

1.1 银杏幼树黄化原因的果园调查

我们对广西银杏主产区开展了黄化现象的果园调查。调查发现,新种植的银杏幼树多在新垦红壤上,种植时,只施一些尿素,少量的有机肥及土杂肥。叶片黄化始发于六月初,至七月中到八月下旬为高峰期,一直延续至九月至落叶前。叶片黄化症状轻者嫩叶呈淡绿色,无新叶长出,老叶边缘黄化、焦枯,中部叶片呈淡黄色;重者,嫩叶及老叶都黄

化,有的叶缘焦枯死亡,有的呈均一黄化现象。这样,由于叶片过早黄化枯死,继而树体慢慢死亡。与此同时,在有代表性的病发地之一的兴安县采集了发黄区土壤及植株叶片样品,以及相对应的未发黄区土壤及植株叶片样品,进行化验分析。

1.2 盆栽试验

1.2.1 供试地点 广西大学农学院土化专业培养室。

1.2.2 供试材料

1.2.2.1 供试土壤 供试土壤采自兴安县银杏幼树黄化区,为第四纪红土母质发育的红土,土壤主要

表 1 盆栽供试土壤主要农化性状表

Table 1 The physical and chemical properties of the soil which used for pot experiments

pH 值	有机质 Organic matter (g · kg ⁻¹)	碱解氮 Alkali-hydrolyad N (mg · kg ⁻¹)	速效磷 Available P (mg · kg ⁻¹)	速效钾 Available K (mg · kg ⁻¹)	交换性钙 Exchangeable Ca (mg · kg ⁻¹)	交换性镁 Exchangeable Mg (mg · kg ⁻¹)	有效锌 Available Zn (mg · kg ⁻¹)	有效硼 Available B (mg · kg ⁻¹)	有效铝 Available Al (mg · kg ⁻¹)
3.98	3.65	17.8	0.65	39.6	364	41.3	0.82	0.10	252.2

农化性状见表 1。

1.2.2.2 供试品种 当地普遍种植的银杏品种—佛手(实生苗)。

1.2.2.3 供试肥料 ①有机肥:禽粪②石灰:石灰石粉、熟石灰③化肥:尿素、钙镁磷肥、氯化钾。

1.2.3 试验设计 试验设 5 个处理,处理方案为:①N ②NPK ③NPK+石灰 ④NPK+有机肥 ⑤NPK+石灰+有机肥+B+Zn。

每盆装土 7.5 Kg,种银杏幼树 1 株,重复 3 次,采用随机区组设计。施肥量见表 2。

表 2 盆栽试验各处理施肥情况表 (g · 盆⁻¹)

Table 2 The application of fertilizer of pot experiment in different treatments

肥料 Fertilizer	I	II	III	IV	V
尿素 Urea	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16
氯化钾 Potassium chloride	—	2.67	2.67	2.67	2.67
钙镁磷肥 Lime superphosphate	—	11.43	11.43	11.43	11.43
熟石灰 Slaked lime	—	—	3.0	—	3.0
石灰石粉 Ground limestone	—	—	30	—	30
有机肥 Organic manure	—	—	—	150	150

各处理每盆追施尿素 1.16 g/盆,处理 IV、处理 V 追施有机肥 100 g/盆,处理 V 喷施 0.05% 硼砂和 0.05% 硫酸锌。

1.3 大田验证试验

于 1997 年 3 月~1998 年 8 月,将盆栽试验防治银杏幼树黄化的最佳处理 NPK+石灰+有机肥+B+Zn 在病发地广西兴安县进行大田验证,面积 66.7 hm²,同时设立对照区。

1.4 分析项目与方法:

1.4.1 土壤分析 碱解氮:碱解扩散法;NH₄⁺-N:氧化镁蒸馏法;NO₃⁻-N:酚二磺酸比色法;pH:电位法;有机质:重铬酸钾外加热法;速效磷:Olsen 法;速效钾:醋酸铵—火焰光度法;交换性 Ca、Mg:醋酸铵—原子吸收分光光度法;有效 Zn:0.1 M HCl 原子吸收分光光度法;有效 B:沸水浸提—姜黄素比色法;有效铝:草酸—草酸钠氟化钾取代 EDTA 容量法及 1 M KCl 浸提中和滴定法;全 N:凯氏定 N 法;全 P:NaOH 熔融—钼锑抗比色法;全 K:NaOH 熔融—火焰光度法^[5,6,9]。

1.4.2 植株分析 全 N:H₂SO₄-H₂O₂ 消化 凯氏定 N 法;全 P:H₂SO₄-H₂O₂ 消化 钒钼黄比色法;全 K:H₂SO₄-H₂O₂ 消化火焰光度法;全 Ca、Mg、Zn:1 M HCl 浸提原子吸收分光光度法;全铝:铝试剂比色法。

1.5 观察项目

观察:株高、离地 10 cm 处的茎围、分枝数、主枝长及叶片数、百叶重。果园调查取倒 5 位叶及倒 8 位叶测定叶片养分含量。

2 结果与分析

2.1 银杏果园调查

发黄区土壤及植株叶片样品,和相对应未发黄区的土壤及植株样品,化验分析结果列于表 3、4。

从表 3 可看出: 黄化植株叶片各种养分都比正常植株含量低, N、P、K、B、Zn 含量黄化幼树仅为正常幼树的 52.2%、43.1%、66.7%、37.3%、45.9%, 尤其 Ca、Mg 含量只有正常的 18.3%、28.0%。

从表 4 可以看出: (1) 黄化幼树根区土壤 pH (4.31~4.77) 低于正常幼树区土壤 pH (4.89~5.83); (2) 黄化幼树土壤有机质、碱解氮、速效磷、速效钾等含量低, 分别是正常幼树土壤的 82.7%、54.6%、15.9%、30.5%; (3) 黄化幼树区土壤交换性钙、交换性镁分别是正常幼树区的 17.7% 和 46.5%; (4) 黄化幼树区土壤有效性 B、Zn 分别是正常幼树区的 23.6%、26.3%。

综合表 3、4 分析得出: 引起银杏幼树大面积黄

表 3 银杏幼树叶片养分分析结果

Table 3 The results of Ginkgo leaves nutrients analysis

项目 Items	N (g · kg ⁻¹)	P (g · kg ⁻¹)	K (g · kg ⁻¹)	Ca (mg · kg ⁻¹)	Mg (mg · kg ⁻¹)	Zn (mg · kg ⁻¹)	B (mg · kg ⁻¹)
黄化幼树 Etiolation plant	13.75	1.49	7.06	1538.30	1180.10	11.44	7.23
正常幼树 Normal plant	26.32	3.45	10.58	8360.40	4210.70	24.92	19.39
黄化/正常(%)E/N	52.2	43.1	66.7	18.3	28.0	45.9	37.3%

表 4 银杏幼树土壤分析结果

Table 4 The analysis of young Ginkgo soil

项目 Items	黄化幼树土壤 Soil of etiolation plant		正常幼树土壤 Soil of normal plant		黄化/正常 E/N (%)
	含量范围 Content range	平均 Average	含量范围 Content range	平均 Average	
pH	4.31~4.77	4.55	4.89~5.83	5.34	
有机质 Organic matter (g · kg ⁻¹)	16.21~26.40	19.94	20.44~27.57	24.10	82.7
碱解氮 Alkali-hydrolyad N (mg · kg ⁻¹)	88.4~151.3	97.8	113.6~216.7	179.1	54.6
速效磷 Available P (mg · kg ⁻¹)	5.95~7.68	6.67	15.61~60.70	42.00	15.9
速效钾 Available K (mg · kg ⁻¹)	45.3~67.1	54.03	181.4~183.8	177.2	30.5
交换性钙 Exchangeable Ca (mg · kg ⁻¹)	79.4~131.5	113.6	414.4~823.2	642.5	17.7
交换性镁 Exchangeable Mg (mg · kg ⁻¹)	15.6~38.6	48.4	76.0~197.8	104.0	46.5
有效锌 Available Zn (mg · kg ⁻¹)	0.80~0.95	0.89	3.50~4.47	3.38	26.3
有效硼 Available B (mg · kg ⁻¹)	0.12~0.15	0.13	0.51~0.60	0.55	23.6

化可能的原因: (1) 土壤有效养分缺乏。黄化树区养分明显低于正常树区, 使银杏幼树生长得不到充足的养分, 不能正常生长而引起黄化。 (2) 土壤 pH 低, 酸度大, 不适宜银杏生长, 且可能存在着铝毒, 影响根系的生长发育, 妨碍对养分的吸收。

2.2 盆栽试验

2.2.1 不同处理对土壤有效养分含量的影响 盆栽前后土壤有效养分含量列于表 5。

从表 5 可以看出, 盆栽前土壤有效养分含量低, 盆栽后土壤有效养分状况大多得到了改善, 特别是处理 4 (NPK+有机肥) 和处理 5 (NPK+石灰+有机肥+B+Zn) 的土壤养分状况得到很大改善, 碱解 N 增加 115.4~128.6 mg/kg, 速效磷增加 18.57~24.58 mg/kg, 速效钾增加 73.1~74.30 mg/kg, 有

机质增加 2.85~2.53 g/kg, 交换性钙增加 542.2~1269.7 mg/kg, 交换性镁增加 92.3~122.2 mg/kg, 有效锌增加 0.68~1.11 mg/kg, 有效硼增加 0.51~0.88 mg/kg。

2.2.2 不同处理对土壤 pH 值及有效铝含量的影响

盆栽前后土壤 pH 及有效铝含量变化及差异显著性检验列于表 6。

表 6 显示: 原土 pH 低 (3.98), 酸度大, 有效铝含量高 (252.2 mg/kg)。盆栽后, 单施 N 肥的 pH 降低至 3.78, 降低了 0.2, 有效铝含量比原土增加 167.8 mg/kg, 同时该处理植株根部也表现出铝毒危害症状, 叶片明显黄化。处理 2、3、4、5 的 pH 值较原土都有不同程度升高, 有效铝较原土降低, 多数达极显著水平。其中以施石灰的处理 3、5 的 pH 升

高最多,呈中性(6.92,6.80),有效铝降低最多,比原土分别降低 239.5 和 239.3 mg/kg,比处理 1 分别减少 407.3 和 407.1 mg/kg,说明施用石灰与钙镁磷肥能提高土壤 pH,减少铝的毒害。土壤有效铝与土壤 pH 呈显著负相关, ($r = -0.811$)。处理 1 pH 最低(3.78),土壤有效铝含量最高(420.0 mg/kg),叶片严重黄化。处理 3pH 最高(6.92),土壤有效铝

含量最低(12.74 mg/kg),因此,酸性土壤中铝毒危害是引起叶片黄化的重要因子之一,施用石灰和钙镁磷肥是降低酸性土铝毒危害、防治叶片黄化的重要措施之一。

2.2.3 不同处理土壤有效铝与银杏幼树茎、叶铝含量的相关分析 相关分析⁽⁴⁾结果列于表 7。

由表 7 可看出,银杏幼树茎、叶全量铝与土壤有

表 5 盆栽前后土壤有效养分含量 (mg · kg⁻¹)

Table 5 Content of effective soil nutrients before and after pot experiment

项目 Items	盆栽前(原土) Pre-pot experiment (original soil)	盆栽后(处理号) After pot experiment (treatment)				
		1	2	3	4	5
有机质 Organic matter (g/kg)	3.65	3.70	3.10	3.70	6.50	6.20
碱解氮 Alkali-hydrolyad N (mg, Kg ⁻¹)	17.75	108.35	90.35	65.15	133.15	146.35
速效磷 Available P (mg · kg ⁻¹)	0.65	1.23	8.87	10.35	19.22	25.23
速效钾 Available K (mg · kg ⁻¹)	39.10	19.05	77.84	63.74	112.16	113.4
交换性钙 Exchangeable Ca (mg · kg ⁻¹)	364.0	370.1	638.4	1284.4	906.2	1633.7
交换性镁 Exchangeable Mg (mg · kg ⁻¹)	41.3	41.62	97.55	108.1	133.6	163.5
有效锌 Available Zn (mg · kg ⁻¹)	0.82	0.89	1.12	1.03	1.50	1.93
有效硼 Available B (mg · kg ⁻¹)	0.10	0.14	0.20	0.34	0.61	0.98

表 6 盆栽前后土壤 pH 及有效铝含量表

Table 6 pH value and available aluminum cotent in soil before and after pot experiment

项目 Items	盆栽前(原土) Pre-pot experiment (original soil)	盆栽后(处理号) After pot experiment (treatment)					相关系数 Coefficient of correlation	
		1	2	3	4	5		
pH 值	3.98	3.78	4.25	6.92	4.93	6.80	—	
有效铝(mg/kg) Available aluminum	252.22	420.03	154.48	12.74	34.07	12.96	-0.811	
差异显著性	5%	b	a	b	d	c	d	—
Significance of difference	1%	B	A	B	C	C	C	—

表 7 不同处理土壤有效铝与银杏茎、叶全铝量相关分析表

Table 7 Correlation analysis of available aluminum content of stems and leaves of Ginkgo plants in different treatments

项目 Items	1	2	3	4	5	相关系数 Coefficient of correlation
土壤有效铝(mg · kg ⁻¹) Available aluminum of soil	420.03	154.48	12.74	34.07	12.96	—
茎铝全量(mg · kg ⁻¹) Total aluminum of stems	261	101	139	147	48	r=0.811*
叶铝全量(mg · kg ⁻¹) Total aluminum of leaves	206	159	106	85	61	r=0.927*

效铝都呈显著正相关($r = 0.811, r = 0.927$)。土壤有效铝含量高(420.03 mg/kg)的处理 1 其茎叶全量铝也最高(分别为 261 mg/kg, 206 mg/kg),叶片黄化严重。处理 3、4、5 土壤有效铝低,银杏幼树的茎、叶全量铝也明显低于处理 1,叶色正常。进一步表明土壤中铝毒害是引起叶片黄化的重要因子之一。

2.2.4 不同处理对银杏幼树生长的影响 不同处理银杏幼树生长势、株高增长量、地上部干重、根干重列于表 8、9。

表 8、9 显示:处理 1 叶片过早出现黄化,长势最差,其余处理不黄化,长势以处理 5 最好。在株高、株高增长量、地上部干重、根干重等性状也以处理 5 最优,与处理 1 相比差异极显著,其中,株高增长量大 1.86 倍,地上部干重大 3.18 倍,根干重大 3.75 倍。处理 3、4 的多数农艺性状显著优于处理 1。表明单施氮肥银杏幼树生长最差并出现明显的黄化,处理 3、4、5 在施用 N、P、K 肥基础上施用石灰或有机肥或同时施用石灰、有机肥及硼、锌肥,银杏幼树生长

正常,能有效地防治黄化,但银杏幼树生长状况有所差别,以处理 5 为最好。进一步证明幼树黄化的原

表 8 盆栽各处理生长势

Table 8 The growth potential of different pot experiment treatments

处理 Treatments	1	2	3	4	5
生长势 Growth potential	长势差,叶发黄早,落叶早,根系少且短,部分轻度腐烂 Bad growth potential, etiolation appeared early, the roots are less and short, partial roots were slightly rotted	长势一般,后期叶微黄,根系较发达 The ordinary growth potential, leaves of the latter of growth were slightly yellow, root system was developed	长势一般,根正常,叶色较绿 The ordinary growth potential, roots were normal, leaf blade's colour more green	长势较好,叶绿,根系发达 Better growth potential, leaf blade's were green, roots system were developed	长势好,叶黑绿,根系发达 The best growth potential, leaf blade's colour were blackish green

表 9 不同处理对银杏幼树生长的影响

Table 9 Effect of different treatments on the growth of the Ginkgo

处理 Treatments	1	2	3	4	5
株高增长量 Recruitment of plant height/cm	0.9	1.3	1.2	1.5	1.8
差异显著性 Significance of difference	5% c	5% bc	1% bc	1% ab	1% a
地上部干重(g. 盆 ⁻¹) Dry branch weight/g	8.11	14.32	19.89	17.60	25.77
差异显著性 Significance of difference	5% e	5% d	1% b	1% c	1% a
根干重(g. 盆 ⁻¹) Dry root weight/g	6.99	12.37	16.48	20.45	26.21
差异显著性 Significance of difference	5% d	5% c	1% bc	1% b	1% a

表 10 大田验证试验对比观察数据表

Table 10 Observed value of field confirmatory test with comparison of the control

项目 Items	株高 Plant height (cm)	茎围 Stem girth (cm)	枝条数 Number of branch (个)	长枝长 Long-branched length (cm)	叶片数 Number of leaf (张)	百叶重 Weight of a hundred leaves (g)	长势 Growth potential
97.3 试验 Test	140.2	5.22	9.8	15.3	13.6	15.6	试验与对照一致
对照 Control	139.6	5.27	9.7	16.0	13.9	15.1	The test and the control were the same
97.9 试验 Test	159.6	7.9	18.3	22.2	26.2	18.8	生长快、分枝多、叶色浓绿。Fast growth, much branched, leaf blade's colour were virescence.
对照 Control	139.6	5.4	10.2	17.3	14.9	15.3	分枝少、生长慢、叶色淡绿、部分叶黄化。Less branched, slowly growth, leaf blade's colour were virescence, partial leaves were yellow.
98.5 试验 Test	166.2	8.5	27.4	18.2	18.9	15.8	长势好、叶片浓绿、落叶迟。Good growth vigour leaf blade's colour were deep green, defoliation delayed.
对照 Control	143.3	5.9	12.8	14.3	9.3	12.3	长势较差、部分叶片黄化、落叶早。No good growth vigour, partial leaves were yellow, defoliation in advance.
98.8 试验 Test	193.8	11.8	36.3	27.5	39.9	18.3	长势好、叶色浓绿、落叶迟。The best growth vigour, leaf blade's colour were deep green, defoliation delayed.
对照 Control	151.4	6.1	20.6	19.7	18.2	13.5	长势较差、部分叶片黄化、落叶较早。No good growth vigour partial leaves appeared etiolation, defoliation in advance.

因分析的正确性。

2.3 大田验证试验 大田验证试验对比观察数据列于表 10 中。

表 10 显示:采用盆栽试验的最佳处理进行大田验证试验,其效果十分明显。试验与对照在株高、茎围、百叶重等诸性状均表现出明显差异,这也验证了盆栽试验结果的正确性。

3 小 结

3.1 银杏幼树黄化的土壤原因

3.1.1 土壤有效养分缺乏 黄化幼树土壤有机质、碱解氮、速效磷、速效钾含量分别是正常幼树土壤的 82.7%,54.6%,15.9%,30.5%;土壤交换性钙、交换性镁分别是正常幼树区的 17.7%和 4.7%;土壤有效性 B、Zn 分别是正常幼树区的 51.6%,26.3%。

3.1.2 土壤 pH 低,酸度大 黄化幼树根区土壤 pH (4.31~4.77) 低于正常幼树根区土壤 pH (4.89~5.83)。

3.1.3 有效铝含量高 银杏黄化幼树根区土壤(原土)以及单施氮肥黄化严重的土壤(处理 1)有效铝含量分别高达 252.22、420.03 mg/kg,比正常幼树(处理 5)的土壤(12.96 mg/kg)分别多 19.46、32.41

倍。

3.2 防治银杏幼树黄化的可行性措施

合理施用 N、P、K 肥、石灰、有机肥、B、Zn 肥料,可防治银杏幼树黄化。

参考文献:

- [1] 丁之思. 银杏[M]. 北京:中国林业出版社,1999.
- [2] 郭善基. 中国果树志银杏卷[M]. 北京:中国林业出版社,1993.
- [3] 朱克恭,石峰云,韦晓云,等. 银杏黄化现象诱因初探[J]. 森林病虫通讯,1991,(2):27-28.
- [4] 白厚义. 试验研究及统计分析. 高等农业院校教材[M]. 世界图书出版,1998.
- [5] 南京农业大学. 土壤农化分析(第2版)高等农业院校教材[M]. 北京:农业出版社,1994.
- [6] 中科院南京土壤所. 土壤理化分析[M]. 上海:上海科技出版,1981.
- [7] 李昆志,黎晓峰,顾明华,等. 银杏幼树施用石灰的效应[J]. 广西农业大学学报,1997,16(3):245-247.
- [8] 彭克明. 农业化学(总论)第2版[M]. 北京:农业出版社,1987.
- [9] 鲁如坤. 土壤农业化学常规分析[M]. 南京:中国农业出版社,2000.