

合理施肥对银杏园土壤肥力和酶活性的影响

杨爱平¹, 李洁荣², 邓业成², 夏 杨³, 周新富⁴, 叶家颖²

(1. 桂林市农业局, 广西 桂林 541001; 2. 广西师范大学 生命科学学院, 广西 桂林 541004; 3. 桂林穗丰
农技联管中心, 广西 桂林 541001; 4. 桂林市林业科学研究所, 广西 桂林 541004)

摘 要: 首次研究合理施肥对银杏园土壤肥力和酶活性的影响, 结果表明: 合理施肥, 改善了土壤理化性状, 显著地提高了土壤肥力和土壤酶的活性; 从而培育了银杏发达的根群, 促进了树体的生长。增加了银杏鲜根重和百叶鲜重, 减少了银杏黄化株率, 提高了银杏挂果株率及种核的产量和品质。

关键词: 合理施肥; 土壤肥力; 土壤酶活性; 银杏

中图分类号: S154.2, S158.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2006)05-0557-04

Effects of rational fertilization on soil fertility and enzyme activity in *Ginkgo* orchard

YANG Ai-ping¹, LI Jie-rong², DENG Ye-cheng²,
XIA Yang³, ZHOU Xin-fu⁴, YE Jia-ying²

(1. Agricultural Bureau of Guilin City, Guilin 541001, China; 2. College of Life Sciences, Guangxi Normal University, Guilin 541004, China; 3. Sui Feng Agricultural Technology Management Center of Guilin, Guilin 541001, China; 4. Guilin Forestry Research Institute, Guilin 541004, China)

Abstract: Effects of rational fertilization on soil fertility and enzyme activity in *Ginkgo* orchard were studied for the first time. The results show that rational fertilization can improve physicochemical properties of soil, significantly increase soil fertility and enzyme activity, thus cultivate well-developed roots and promote plant growth of *Ginkgo*. As a result, rational fertilization can increase fresh roots and leaves weight of *Ginkgo*, decrease yellow plant rate, enhance bearing plant rate, and improve the yield and quality of seeds.

Key words: rational fertilization; soil fertility; soil enzyme activity; *Ginkgo*

银杏(*Ginkgo biloba* L.)是我国古老的孑遗植物,素有“活化石”之称。银杏全身都是宝,集食用、药用、材用、保健、观赏和科研价值于一体,是多用途的特种经济树种(曹福亮,2002)。近十多年来,银杏在国内外发展迅速,种植面积不断扩大。桂林是我国银杏主产区之一,至今有800多年的栽培历史,2000~2002年,年产种核3600~3800t,占全国银杏种核产量的三分之一。20世纪90年代初,在桂林掀起了种植银杏的热潮,新种银杏27733hm²。银杏种植面积大,由于果园基肥不足,土壤“干、

酸、粘、瘦”,致使银杏投产株率低和单位面积产量低。因此,国家林业局、桂林市科技局分别下达了“银杏优良株系和早实丰产技术推广”、“银杏丰产技术示范研究”项目,通过推广银杏丰产技术措施,带动桂林银杏产区27733hm²银杏早结丰产,早见效益。近年来,国内外对银杏研究较多的主要在育种和栽培方面,而合理施肥对银杏园土壤肥力和酶活性的影响,至今未见报导,为了探讨银杏优质丰产的合理施肥的技术措施,特开展此研究。

收稿日期: 2006-04-04 修回日期: 2006-07-06

基金项目: 国家林业局林业科技基金; 桂林市科技基金(2001)15号 [Supported by the Forestry Science and Technology Foundation of China Forestry Administration; Science and Technology Foundation of Guilin City(2001)15]

作者简介: 杨爱平(1954-),女,广西龙胜人,高级农艺师,主要从事果树生产技术的推广和科研工作。

1 材料与方 法

1.1 材料

供试土壤:采自灵川县、兴安县、全州县银杏示范园内,项目实施前,于2001年9月30日在3个项目县中,每个县选择高、中、低产园各3个共9个,在每个园选择植株6株,共54株树。在每株树的树冠滴水线上采0~40 cm土样,然后把3个项目县同一产量类型的3个土样各混合为1个土样进行化验。实施后,于2003年10月10日取土,采样株及采土方法同实施前。以实施后为合理施肥区,实施前为对照区,测定其土壤养分及脲酶、蛋白酶、转化酶的活性,进行分析比较,阐明合理施肥对土壤肥力及土壤酶活性的影响。

供试材料:在2003年8月下旬至9月下旬,在项目区、非项目区各选择树龄为8 a的10个典型园,每个园选择银杏树6株,共60株进行测试:(1)在每株树冠滴水线处外缘挖坑取0.5 m³土壤中的鲜根,测定其总根重及须根重。以项目区为合理施肥区,非项目区为对照区,各取其平均值进行分析比较。(2)在每株树的树冠中下部的东、南、西、北、中各方位,采长枝的倒8位叶(蒋代华等,2003),测定其百叶鲜重,以项目区为合理施肥区,非项目区为对照区,各取其平均值进行比较。(3)测定其黄化株率,挂果株率和株产量。以项目区为合理施肥区,非项目区为对照区,各取其平均值进行分析比较。

1.2 方法

1.2.1 试验方法 在兴安县、灵川县、全州县银杏示范园内试验设计,以项目实施后为合理施肥区,以非项目区为对照区,通过试验、示范,实施面积共163.83 hm²。合理施肥的技术措施如下:

(1)增施有机肥。每667 m²施入猪粪350 kg,菜麸52.5 kg,土杂肥1 225 kg,草木灰70 kg,折合纯氮、氧化钾、五氧化二磷共30.31 kg,比对照每667 m²施入有机肥折合纯氮、氧化钾、五氧化二磷共13.55 kg,增加16.76 kg,增123.69%。减少无机肥施用量,合理施肥区每667 m²施入复合肥42 kg,尿素7 kg,钙美磷肥17.5 kg,折合纯氮、五氧化二磷、氧化钾共25.27 kg。比对照区每667 m²施入无机肥折合纯氮、五氧化二磷、氧化钾共29.21 kg,减少3.94 kg,减13.49%。有机肥占施肥总量

55.58 kg的54.5%。而对照区施入有机肥仅占施肥总量42.76 kg的31.69%。

(2)肥料三要素合理配方。项目实施前,肥料三要素的配方是:m(N):m(P₂O₅):m(K₂O)之比为1:1.1:1.2。项目实施后,增加纯氮用量,由对照区每667 m²施纯氮13.1 kg提高到20.17 kg,增加53.97%;并补充磷、钾肥。磷肥折合五氧化二磷,由对照区每667 m²施13.85 kg提高到16.92 kg,增加22.17%;钾肥折合氧化钾,由对照区每667 m²施15.81 kg提高到18.49 kg,增加16.95%。合理配方施肥是:m(N):m(P₂O₅):m(K₂O)之比为1:(0.8~0.85):0.9。

(3)按银杏各生长期的需肥规律施肥。①施足基肥,基肥的施肥量占全年施入量的50%~60%。每667 m²施入土杂肥1 225 kg,猪粪340 kg,菜麸17.5 kg,钙镁磷肥17.5 kg,石灰10 kg。肥料混合堆沤30~40 d后施入。②芽前肥:萌芽前10~15 d(3月上、中旬)施入,施肥量为全年施肥量的10%~15%;③花芽分化、长果肥:在5月下旬到6月中旬施入,施肥量占全年施肥量的20%~25%。特别是在花芽分化期增施氮肥,能满足树体对氮素的要求,减少黄化。每667 m²施复合肥14 kg,尿素5~8 kg,菜麸17.5 kg。改变了常规在银杏花芽分化期不施氮肥的做法。④果后肥:9月中旬至10月上旬施入,施肥量占全年施肥量15%。

1.2.2 分析方法 土壤养分含量的测定,采用土壤农业化学常规分析法;土壤脲酶活性测定,采用靛酚比色法;土壤蛋白酶活性的测定,采用茚三酮比色法;土壤转化酶活性的测定,采用3,5-二硝基水杨酸比色法。

2 结果与讨论

2.1 合理施肥对土壤肥力的影响

土壤肥力是地球生命中能量和物质交换的库容。肥沃的土壤能持续协调地提供农作物生长所需的各种土壤肥力因素,保持农作物产量的稳定与提高。而土壤养分是土壤肥力最重要的物质基础,肥料则是养分的主要来源(沈其荣等,2001)。表1显示,不同施肥对银杏园土壤养分含量的影响各异,对照区土壤质地粘,酸度大,有效养分缺乏。合理施肥区比对照区提高了土壤养分。合理施肥区土壤质地由对照区的粘壤提高到壤土;pH值由对照区的5.2

提高到 6.5, 增加 25%; 土壤有机质由对照区的 1.94% 提高到 3.2%, 增加 64.95%; 速效氮由对照区的 71 mg/kg 提高到 107 mg/kg, 增加 50.70%; 速效磷由对照区的 12.2 mg/kg 提高到 24.8 mg/kg, 增加 103.28%; 速效钾由 87 mg/kg 提高到

136.3 mg/kg, 增加 87.06%; Ca 交换态由 0.79 mg/kg, 提高到 1.58 mg/kg, 增加 100%; Mg 交换态由 0.058 mg/kg 提高到 0.296 mg/kg, 增加 410.3%。结果表明, 合理施肥区提高了土壤肥力, 改变了对照区土壤“干、酸、粘、瘦”的土壤环境, 使果园土壤成为

表 1 不同施肥对银杏果园土壤养分的影响

Table 1 Effect of different fertilization on soil nutrient content of *Ginkgo* orchard

处理 Treatment	土壤质地 Soil texture	pH 值 pH value	有机质 Organic matter (%)	速效氮 Available N (mg · kg ⁻¹)	速效磷 Available P (mg · kg ⁻¹)	速效钾 Available K (mg · kg ⁻¹)	Ca 交换态 Exchangeable Ca(mg · kg ⁻¹)	Mg 交换态 Exchangeable Mg(mg · kg ⁻¹)
合理施肥区 Area of rational fertilization	壤土	6.5	3.20	107	24.8	136.3	1.58	0.296
对照区 CK	粘壤	5.2	1.94	71	12.2	87	0.79	0.058
比对照区增减量 Increase or decrease of nutrient content of fertilization area	—	1.3	1.26	36	12.6	76	0.79	0.238
比对照区增减百分比 Increase or decrease percentage (%)	—	25.0	64.95	50.7	103.28	87.06	100.0	410.3

能协调供应银杏优质高产所需要的水、肥、气、热等条件的良好土壤环境。

2.2 合理施肥对土壤酶活性的影响

土壤中的各种酶类不仅能够催化土壤复杂有机物转化为简单无机物供植物生长的需要(Kang 等, 1999), 而且也是土壤自净容量的一个指标(曾锋等, 2001)。施肥技术措施是通过土壤起作用的。因而引起土壤水分、温度、养分和空气发生变化, 也引起推动土壤中物质转化和能量传递的生物、酶活性发生变化。从表 2 看出, 合理施肥显著地提高了土壤酶的活性。脲酶由对照的 0.391 提高到 0.818, 增加 109.21%; 蛋白酶由对照的 0.204 提高到 0.459, 增加 125%; 转化酶由对照的 3.426 提高到 6.984, 增加 103.85%。因为增施有机肥是一种“加酶”措施。H⁺对土壤酶活性影响显著, 对脲酶抑制作用更大(刘广深等, 2004)。合理施肥区, 适量施用石灰, 提高了土壤的 pH 值, 减低土壤酸性反应而产生的铝毒和固磷的不良影响, 有利于提高这三种酶的活性。土壤酶活性与无机肥料施用量有关, 适量对土壤酶有激活作用, 增加土壤酶的活性, 过量则对土壤酶有抑制作用, 减弱土壤酶的活性, 可根据土壤酶活性变化确定无机肥料的适用量(关松荫等, 1986)。本研究未发现合理施肥区肥料对这 3 种酶的抑制作用, 证明合理施肥区的施肥量未超过土壤酶活性的“最大临界范围”用量, 说明合理施肥区既能及时地、有效地满足银杏生长发育对营养元素和能量的需求, 又未过量(叶家颖等, 2003)。

表 2 不同施肥对银杏果园土壤酶活性的影响

Table 2 Effect of different fertilization on soil enzymes activities of *Ginkgo* orchard

处理 Treatment	脲酶 Urease (NH ₃ - Nmg/g)	蛋白酶 Protease (NH ₂ - Nmg/g)	转化酶 Invertase (glucose mg/g)
合理施肥区 Area of rational fertilization	0.818	0.459	6.984
对照区 CK	0.391	0.204	3.426
比对照增加量 Increase of enzyme activity of fertilization area	0.427	0.255	3.558
比对照增加百分比 Increase percentage (%)	109.21	125	103.85

表中数据为每 1 g 土壤中酶活性。 Enzyme activity per gram soil.

2.3 合理施肥对银杏鲜根重和百叶鲜重的影响

从表 3 可见, 合理施肥区的鲜根重和百叶鲜重均比对照区增加, 总鲜根重由对照的 266.4 g 提高到 324.5 g, 增加 21.8%, 其中须根鲜重 117.4 g, 提高到 153.6 g, 增加 30.8%; 百叶鲜重由对照的 63.9 g 提高到 78.3 g, 增加 22.5%。由于合理施肥, 改善了土壤理化性状, 提高了土壤肥力和酶的活性, 使土壤有效养分含量增多, 为银杏根、茎、叶生长和干物质积累提供足够的营养源, 使银杏鲜根重和百叶鲜重增加, 为银杏种核丰产优质打下了基础。

2.4 合理施肥对银杏种核产量的影响

合理施肥区的银杏种核产量比对照区有明显的提高。从表 4 表明, 合理施肥区平均株产量由对照区的 4.18 kg 提高到 5.52 kg, 增加 32.1%; 合理施肥区的黄化株率由对照区的 11.7% 降低到 4.1%,

表3 不同施肥对银杏鲜根重和百叶鲜重的影响

Table 3 Effect of different fertilization on roots weight and fresh leaves weight of *Ginkgo*

处理 Treatment	树龄 Age of tree (a)	总根重 Total weight of Roots (g)	其中须 根重 Weight of small roots(g)	百叶鲜重 Weight of 100 fresh leaves(g)
合理施肥区 Area of rational fertilization	8	324.5	153.6	78.3
对照区 CK	8	266.4	117.4	63.9
比对照增加量 Increase of roots or leaf weight of fertilization area	—	58.1	36.2	14.4
比对照增加百分比 Increase percentage (%)	—	21.8	30.8	22.5

表中根重为 0.5 m³ 土壤中的鲜根重 Roots weight is the fresh roots weight in 0.5 m³ soil.

比对照区降低 7.6 个百分点;挂果株率由对照区的 52.9% 提高到 90.6%, 增加 37.7%, 合理施肥也提高了种核的质量。经测定,合理施肥区平均出核率

24.06%, 比对照增加 4.25%; 每千克种核粒数平均 436 粒, 比对照减少 17.1%; 种核浮水率平均 3.28%, 比对照区减少 9.6%。

土壤酶活性与养分含量均呈极显著相关, 土壤酶活性之间也呈极显著相关(李洁荣等, 2002)。酶的活性均与碳、氮、磷、钾的全量及其速效养分含量、白果产量呈极显著相关, 酶活性之间也呈极显著相关(唐艳等, 1999)。本研究结果表明, 合理施肥既提高了土壤肥力和土壤酶的活性又提高了银杏种核的产量和品质。这说明合理施肥对提高银杏园土壤肥力和银杏种核产量起到了重要的作用。

通过研究实施, 完成示范点面积 21.733 hm², 投产株率 90.45%; 平均每 667 m² 产种核 117.19 kg, 比非项目区产种核 18.2 kg 增加 543.9%; 技术辐射示范片面积 142.1 hm², 投产株率 73.2%; 每 667 m² 产种核 65 kg, 比非项目区产种核 18.2 kg,

表4 不同施肥对银杏黄化株率、挂果株率和产量的影响

Table 4 Effect of different fertilization on yellow plant rate, bearing plant rate and yield of *Ginkgo*

处理 Treatment	调查株数 Number of plants (株)	树龄 Age of tree(a)	黄化株数 Number of yellowing plants(株)	黄化株率 Percentage of yellowing plants(%)	挂果株数 Number of bearing plants (株)	挂果株率 Percentage of bearing plants(%)	株产 Yield per plant (kg)
合理施肥区 Area of rational fertilization	9 237	8	377	4.1	8 370	90.6	5.52
对照区 CK	6 727	8	790	11.7	7 165	52.9	4.18
比对照增减量 Increase or decrease of fertilization area	—	—	-413	—	1 205	—	1.34
比对照增减百分比 Increase or decrease percentage (%)	—	—	—	-7.6	—	37.7	32.1

增加 257.14%。项目总产量 353.50 t, 新增总产量 280.56 t。本项目的实施, 带动了桂林市银杏生产的发展。据统计, 项目实施前桂林市银杏产量年产 3 600 t 左右, 项目完成后桂林市银杏产量达 5 200 t, 年增产银杏达 1 600 t。本项目的实施不仅提高了银杏的投产株率和产品质量, 还增加了总产量, 取得显著的经济、生态和社会效益。

参考文献:

- 关松荫, 张德生, 张志明. 1986. 土壤酶及其研究法[M]. 北京: 农业出版社, 143—147.
- 沈其荣, 谭金芳, 钱晓晴. 2001. 土壤肥料通论[M]. 北京: 高等教育出版社, 1—6.
- 曹福亮. 2002. 中国银杏[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1—11.
- Jiang DH(蒋代华), Bai HY(白厚义), Luo XB(罗献宝), et al. 2003. Research on the nutrition diagnosis of nitrogen applied to *Ginkgo biloba* L. (银杏氮素营养诊断研究)[J]. *J Guangxi Agric* (广西农学报), (增刊): 100—104.
- Kang H, Freeman C. 1999. Phosphatase and arylsulfatase activities in wetland soil: annual variation and controlling factors[J]. *Soil Biol Biochem*, 31: 449—454.

- Liu GS(刘广深), Xu DM(徐冬梅), Li KB(李克斌), et al. 2004. Effect of acid rain copper, and atrazine on soil hydrolyase activity(酸雨、铜和莠去津对土壤水解酶活性的影响)[J]. *Chin J Appl Ecol* (应用生态学报), 15(1): 127—130.
- Li JR(李洁荣), Deng YC(邓业成), Ye JY(叶家颖), et al. 2002. Studies on the correlation of soil enzyme activity of Gong-Chuan(*Citrus umshiu* MARC) root-area with soil nutrient content(官川蜜柑根际土壤酶活性与土壤养分含量相关性的研究)[J]. *Guihaia* (广西植物), 22(2): 189—192.
- Tang Y(唐艳), Yang LL(杨林林), Ye JY(叶家颖). 1999. Studies on the relationship between enzyme activity and fertility of soil in *Ginkgo* orchard(银杏园土壤酶活性与土壤肥力的关系研究)[J]. *Guihaia* (广西植物), 19(3): 277—281.
- Ye JY(叶家颖), Yang AP(杨爱平), Qin LF(秦连发), et al. 2003. Effects of scientific fertilization on the yield of Persimmon(*Diospyros kaki* L.) and soil enzyme activity(科学施肥对月柿产量及土壤酶活性效应的研究)[J]. *J Guangxi Normal Univ (Nat Sci)* (广西师范大学学报(自然科学版)), 21(3): 87—90.
- Zeng F(曾锋), Kang YH(康跃惠), Fu JM(傅家谟). 2001. Study of enzymatic degradability of di(2-ethylhexyl) phthalate(邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯酶促降解性的研究)[J]. *Acta Sci Circums* (环境科学学报), 21(1): 13—17.