

# 橡胶间种砂仁、咖啡对土壤肥力的影响\*

杨曾笑 郑海水 尹光天 周再知 陈土王 陈康泰

**关键词** 橡胶、砂仁、咖啡、胶园间种、土壤肥力

地处雷州半岛东海岸的南华农场,在胶园立体种植多层次栽培模式上进行了探索。1975年以来,由于逐步发展壳砂仁、咖啡等经济作物,至目前为止,全场初步形成了林、胶与砂仁、甘蔗、咖啡、胡椒、菠萝、茶叶等经济作物有机结合的人工生态群落。全场胶园土地利用率高了39.1%,经济、生态效益均有明显提高<sup>1)</sup>。本文就南华农场橡胶+砂仁(Rubber+*Amomum villosum*)、橡胶+咖啡(Rubber+Coffee)和纯橡胶林(Pure rubber)三种主要模式经营管理过程对土壤肥力的影响进行调查,目的在于探索不同农用林业模式的生态效益,为土壤肥力的维持和提高提供科学的依据。

## 1 研究区自然概况

南华农场位于20°11' N,110°11' E。属热带季风气候区。地势极为平缓。土壤为玄武岩发育而成的铁质砖红壤,土层深厚,质地粘重。由于水热条件优越,淋溶作用非常强烈,脱硅富铝使砖红壤铁铝含量高而造成土壤强酸性,养分含量低<sup>[1]</sup>。

## 2 研究方法

样地选择在同一地点,营造规格、管理水平相同的代表性地段,1982年间种作物前土壤肥力无明显差异,有机质含量为26.79 g/kg,全氮1.045 g/kg,速效磷2.53 mg/kg,速效钾18.7 mg/kg。模式包括纯橡胶林,橡胶+咖啡,橡胶+砂仁。每一模式样地重复4次,1991年在相对干旱的3月和雨季的9月分别进行调查取样,按离树不同距离(1、3 m)和不同土层(0~10、10~20、20~40 cm)以多点混合样的方法分别取样或进行多点测定。样品分析按常规方法进行<sup>[2,3]</sup>。

## 3 结果与分析

### 3.1 间种对土壤水分状况的影响

调查结果(表1)表明,三种模式土壤水分含量在旱季(3月份)有明显的差别。0~10 cm土层,橡胶间作砂仁和橡胶间作咖啡比纯胶林含水量分别提高70.0、50.0 g/kg,模式间差异达极显著水平( $F=28.8^{**} > F_{0.01}=5.78$ )。10~20cm土层分别提高32.0、32.0g/kg,  $F=$

1993-06-21 收稿。

杨曾笑助理研究员,郑海水,尹光天,周再知(中国林业科学研究院热带林业研究所 广州 510520);陈土王,陈康泰(广东省南华农场)。

\* 本文为IDRC支持的农用林业研究课题的一部分,承蒙黄志武老师审阅,得到南华农场和热林所分析室的大力支持与协助,一并致谢。

1)广东国营南华农场.壳砂仁栽培十三年总结.热区种植业布局调整和高产经验座谈会材料,1988.

13.6\*\*, 差异显著, 并随着土层的加深, 模式间差异变小。

不同采样位置土壤含水量有所不同<sup>2)</sup>, 距胶树较远的 3 m 位置比 1 m 处含水量有所降低, 0~10 cm 土层, 橡胶间作砂仁地减少 24.0 g/kg, 间作咖啡地减少 12.0 g/kg, 纯林地减少 18.0 g/kg, 随土层加深差异则减小。3 月与 9 月调查结果表明, 9 月份不同模式各土层土壤含水量增加的同时差异减小。

表 1 各模式各土层土壤水分含量 (1991)

时间 (月-日)	采样位 (m)	采样深度 (cm)	橡胶+砂仁 (g/kg)	橡胶+咖啡 (g/kg)	纯胶林 (g/kg)
03-09	1	0~10	356.1	330.3	283.5
		10~20	335.1	327.9	296.6
		20~40	362.2	372.4	339.7
	3	0~10	332.5	318.2	265.1
		10~20	314.2	321.6	289.2
		20~40	334.3	357.2	332.5
09-08	1	0~10	374.1	371.5	345.0
		10~20	361.7	357.8	346.1
		20~40	382.1	387.5	386.8
	3	0~10	362.8	363.3	359.7
		10~20	354.0	356.0	356.9
		20~40	381.4	387.5	385.8

### 3.2 间种对土壤有机质和养分状况的影响

3.2.1 土壤有机质及 N 素营养 调查表明, 橡胶间种砂仁有利于土壤有机质及 N 素养分的提高(表 2), 0~40 cm 土层, 橡胶间种砂仁, 橡胶间种咖啡和纯胶林有机质含量分别为 31.25、26.03 和 28.97 g/kg, 模式间的差异达到了极显著水准( $F=28.7^{**}>F_{0.01}=5.78$ )。各模式以表层有机质含量差值为最大, 向下层则明显减少。间种砂仁土壤有机质的提高, 主要归功于每年大量干枯的砂仁植株(6 000~8 000 kg/hm<sup>2</sup>)经割收堆沤成优质有机肥回归林地, 同时间种砂仁使橡胶枯落物得到较好的保存, 间种咖啡枯落物常被收集它用, 从而影响有机质和养分的积累。

表 2 各模式土壤养分含量

模 式	采样深度 (cm)	有机质 (g/kg)	全 N (g/kg)	速 N (mg/kg)	速 P (mg/kg)	速 K (mg/kg)	有机 P (mg/kg)
橡胶+砂仁	0~10	39.795	1.770	10.88	9.20	71.25	8.58
	10~20	32.379	1.178	8.20	3.00	32.33	6.42
	20~40	26.411	1.084	6.64	0.38	22.17	5.07
橡胶+咖啡	0~10	32.064	1.204	8.70	5.16	50.25	5.58
	10~20	29.197	1.164	7.71	1.28	35.50	5.95
	20~40	21.427	0.940	5.47	0.12	20.83	4.99
纯胶林	0~10	35.326	1.407	8.50	2.69	18.08	6.47
	10~20	31.331	1.286	7.25	1.86	9.83	6.49
	20~40	24.619	0.904	5.80	0.13	18.50	5.09

2) 中国林业科学研究院林业研究所. 论农桐间作与土壤肥力及农作物产量的关系. 农桐间作综合效能及优化模式的研究(课题研究总报告), 1990.

橡胶间种砂仁、橡胶间种咖啡及纯胶林全 N 含量分别为 1.28、1.06 和 1.13 g/kg, 碱解氮为 8.1、6.8 和 6.8 mg/kg, 各模式间的差异以表层为大, 下层减小。

3.2.2 土壤 P 素和 K 素状况 橡胶间种砂仁、橡胶间种咖啡后有改善土壤 P 素供应水平的作用。调查结果(表 2)表明, 橡胶间种砂仁和咖啡速效 P 含量比纯林分别提高 2.0、0.5 mg/kg, 而又以表层土壤(0~10 cm)的效果最为明显, 分别提高 6.5、2.5 mg/kg。土壤有机 P 则是速效 P 的主要给源之一, 间种砂仁提高了有机质的同时, 土壤有机 P 相应得到提高<sup>[4]</sup>。

橡胶间种砂仁、橡胶间种咖啡和纯林地速效 K 含量分别为 37.0、31.9 和 16.2 mg/kg, 模式间差异极显著。

3.2.3 土壤阳离子交换量 从表 3 可见, 阳离子交换量不同层次不同模式间差异较大, 橡胶+砂仁、纯胶林、橡胶+咖啡, 分别为 15.3、13.5 和 12.6 cmol(+)/kg, 层次间以表层差异大, 下层差异明显减少。而间种对土壤 pH 的影响不显著。

表 3 各模式土壤阳离子交换量

模 式	采样深度 (cm)	水解酸	盐基总量 (cmol(+)/kg)	阳离子交换量	盐基饱和度 (%)	pH (H <sub>2</sub> O)(KCl)
橡胶+砂仁	0~10	9.27	9.14	18.41	49.65	4.9 4.3
	10~20	7.56	7.93	15.49	51.19	5.0 4.4
	20~40	6.11	7.54	13.65	55.24	5.0 4.5
橡胶+咖啡	0~10	7.21	7.51	14.72	51.02	4.8 4.3
	10~20	7.07	6.09	13.16	46.28	4.9 4.3
	20~40	4.89	6.38	11.27	56.61	5.0 4.6
纯胶林	0~10	7.67	6.97	14.62	47.61	4.9 4.4
	10~20	7.10	6.95	14.05	49.47	4.9 4.4
	20~40	5.94	6.73	12.67	53.12	5.0 4.5

### 3.3 间种对土壤结构和孔隙度的影响

3.3.1 土壤结构 从植物生长的角度来看, 最为良好的结构是粒径为 2~5 mm, 以稳定的多孔性团粒为结构单位的粒状结构<sup>[5~6]</sup>。从表 4 可见, 2~5 mm 粒级团聚体, 橡胶间种砂仁地含 30.89%, 明显地高于橡胶间种咖啡地(13.66%)和纯胶林地(12.13%), 从而利于肥力的提高。

表 4 不同模式土壤水稳性团聚体分析 (单位: %)

模式	各级团聚体(粒径: mm)组成						
	>5	5~2	2~1	1~0.5	0.5~0.25	>0.25	<0.25
橡胶+砂仁	7.88	30.89	5.51	11.65	5.72	61.65	38.35
橡胶+咖啡	3.29	13.66	18.19	21.67	8.18	64.99	35.01
纯胶林	31.69	12.13	6.93	10.67	5.53	66.95	33.05

注: 采样深度为 0~10 cm。

3.3.2 土壤容重 调查结果(表 5)表明, 间种地表层土壤容重明显小于未间种地, 橡胶间种砂仁、橡胶间种咖啡和纯胶林地分别为 0.958、1.131 和 1.194 g/cm<sup>3</sup>, 以间种砂仁的影响为最显著, 而 10~20 cm 和 20~40 cm 土层各模式土壤容重无显著差异。

3.3.3 土壤孔隙度及三相比 从表 5 可见, 纯胶林表层总孔隙度为 55.2%, 橡胶间种咖啡地为 57.3%, 橡胶间种砂仁为 64.0%, 而非毛管孔隙度则分别为 1.7%、5.1%、10.2%, 表明橡胶间种砂仁地土壤比较疏松, 结构良好。由表 5 还可看出, 10~20 cm 和 20~40 cm 土层, 各模式土壤孔隙度随土层加深而变小。

表 5 土壤容重、孔隙度和三相比

模 式	采样深度 (cm)	容 重 (g/cm <sup>3</sup> )	孔隙度(%)			自然含水量条件下 三相容积比(%)		
			总孔隙度	毛管孔 隙度	非毛管 孔隙度	固 相	液 相	气 相
橡胶+砂仁	0~10	0.957 7	64.04	53.80	10.24	36.0	35.7	27.9
	10~20	1.045 8	61.19	50.27	10.92	38.8	36.1	25.7
	20~40	1.031 7	62.05	55.64	6.41	38.0	36.3	27.5
橡胶+咖啡	0~10	1.131 3	57.31	52.23	5.08	42.7	32.6	31.9
	10~20	1.097 5	58.79	55.19	3.60	41.2	35.3	25.3
	20~40	1.033 6	61.44	54.37	7.08	38.6	38.9	21.3
纯胶林	0~10	1.193 9	55.19	53.47	1.72	44.8	39.9	17.3
	10~20	1.077 0	59.95	53.73	6.21	40.1	37.1	2.4
	20~40	1.031 1	63.30	55.28	8.03	36.7	37.4	26.1

### 3.4 间种对土壤温度的影响

3 月份调查结果(图 1)可见,橡胶间种砂仁和咖啡都明显地减缓了土壤温度的日变化,地表温度达到最高时(14 h),纯林地 35.6℃,橡胶间种咖啡地 27.6℃,橡胶间种砂仁地 26.5℃。9 月测定结果与 3 月变化规律相一致。

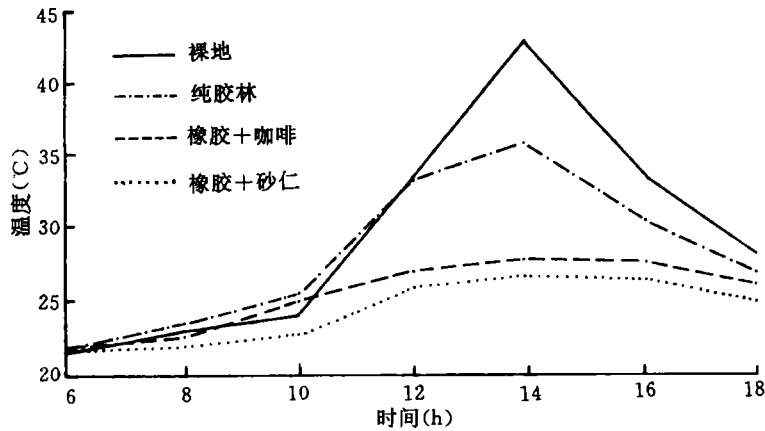


图 1 各模式地表温度日变化曲线(1991-03-08)

### 3.5 土壤肥力综合评价

土壤肥力是土壤诸多基本特性的综合反映,用数值化综合评价土壤诸多的肥力因素<sup>[6,7]</sup>,求出各因素对肥力贡献的总和,以评判该土壤的肥力,将能更加全面客观地了解土壤的肥力状况,达到调控土壤肥力的目的。

表 6 三种模式土壤肥力综合指标的总分数

模 式	变 量											总分数		
	有 机 质	全 N	碱 解 N	速 效 P	速 效 K	阳 交 离 换 子 量	含 水 量	容 重	团 聚 体	通 气 性	土 温	微 <sup>①</sup> 生 物	总 分	%
橡胶+砂仁	10.8	10.0	9.9	7.0	5.8	11.4	11.9	10.3	8.1	10.0	11.2	7.5	113.9	90.0
橡胶+咖啡	9.5	8.8	8.7	3.4	5.0	10.0	11.5	8.7	3.7	3.7	11.3	6.1	90.4	71.5
纯胶林	10.3	8.8	8.7	2.4	2.7	10.4	10.4	8.1	3.3	6.7	10.6	7.4	89.8	71.0
最 佳	11.7	11.7	11.6	8.7	7.8	12.5	12.0	10.4	9.1	10.6	11.4	9.0	126.5	100

①土壤微生物由广东省土壤研究所微生物组测定。

对三种模式土壤肥力综合评价结果见表6,从计算所得结果看,三种不同种植模式土壤按肥力综合指标的总分数排序为:橡胶间种砂仁>橡胶间种咖啡>纯胶林,总分数分别达到最佳经验值的90.0%、71.5%、71.0%。这一结果与以上实测结果相符,同样表明橡胶间种砂仁有利于土壤肥力的提高,而橡胶间种咖啡对土壤肥力的影响不明显。

### 参 考 文 献

- 1 李庆远主编. 中国红壤. 北京: 科学出版社, 1983. 299~302.
- 2 中国土壤学会农业化学专业委员会. 土壤农业化学常规分析方法. 北京: 科学出版社, 1983. 457~479.
- 3 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析. 上海: 上海科学技术出版社, 1978.
- 4 南京农学院主编. 土壤农化分析. 北京: 农业出版社, 1980. 34~38.
- 5 芝本武夫(刘国光译). 森林土壤与培肥. 北京: 中国林业出版社, 1988. 55~59.
- 6 严旭升主编. 土壤肥力研究方法. 北京: 农业出版社, 1988. 411~419.
- 7 Webster R. Quantitative and numerical methods in soil classification and survey. London: Clarendonpress Oxford, 1977.

## Influence of Rubber Plantation Intercropping with *Amomum villosum* or Coffee on Soil Fertility

Yang Zengjiang   Zheng Haishui   Yin Guangtian  
Zhou Zaizhi   Chen Tuwang   Chen Kangtai

**Abstract** An investigation on soil status was carried out in three different agroforestry models namely, Rubber tree + *Amomum villosum*, Rubber tree + Coffee tree and pure rubber plantation. From the investigation of soil water, soil fertility, soil aeration and soil temperature, it showed that no significant influence on soil fertility was found in the rubber plantation intercropping with coffee tree, while intercropping with *Amomum villosum*, which is favorable to increase soil fertility. Taking pure rubber plantation as a control, in the soil layer within 0~40 cm, the mean soil organic matter content increased by 2.28 g/kg, total nitrogen increased by 0.15 g/kg, available phosphorus increased by 2.0 mg/kg and available potassium increased by 20.8 mg/kg in the rubber plantation intercropping with *Amomum villosum*. The soil structure and water and soil conservation properties have also been improved and increased. In the 0~10 cm soil layer, absolute capacity of the soil waterstable aggregate of 2~5 mm soil grain increased by 18.8%, soil cation exchange capacity increased by 3.8 cmol(+)/kg and the absolute capacity of soil moisture in dry season increased by 70.0 g/kg. The rubber plantation intercropping with *Amomum villosum* has lower soil temperature which provides favorable condition for retention of the soil organic matters. The same result was obtained by means of quantification for comprehensive evaluation of different fertility factors of soil.

**Key words** rubber tree, *Amomum villosum*, *Coffea arabica*, intercropping of rubber plantation, soil fertility

---

Yang Zengjiang, Assistant Professor, Zheng Haishui, Yin Guangtian, Zhou Zaizhi (The Research Institute of Tropical Forestry, CAF Guangzhou 510520); Chen Tuwang, Chen Kangtai (The Nanhua State Farm of Guangdong).