

# 胶园间种对枯落物、腐殖质 和土壤性质的影响\*

杨曾奖 郑海水 周再知

**摘要** 橡胶间种砂仁、咖啡对林地枯落物、腐殖质和土壤性质的影响调查结果表明,作物的间种明显提高了林地枯落物的积累量,橡胶+砂仁、橡胶+咖啡、纯橡胶林分别为3 653.5、2 861.1、1 934.3 kg/hm<sup>2</sup>;土壤有机质含量随之提高,0~5 cm土层有机质含量分别为44.303、32.905、26.840 g/kg;三种胶园种植模式土壤腐殖质组成均以富里酸为主,间种砂仁、咖啡利于胡敏酸和胡敏素的形成;土壤性状因间种而得到改良,2~5 mm最为良好稳定的多孔性团粒结构含量分别为30.89%、13.66%和12.13%。以橡胶间种砂仁对土壤肥力的提高最为理想。

**关键词** 胶园间种、枯落物、腐殖质、土壤性质

枯落物、腐殖质和土壤三者的状况,既是一定植被类型生活的产物,也是该植被生长的条件。因此,研究不同胶园间种模式下枯落物的分解、积累和组成,研究不同胶园间种模式下腐殖质的特性和积累以及不同胶园间种模式下的土壤性质,对于认识胶园间种模式的下层环境,了解间种对胶园土壤发育的影响等都有重要的意义<sup>[1,2]</sup>。

粤西地区农垦部门自50年代以来,以种植橡胶[*Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Muell. -Arg.]为主,70年代后期开始,在胶园内大面积间种套种热带经济作物,如砂仁(*Alpinia villosum* Lour.)、咖啡(*Coffea arabica* L.)、茶[*Camellia sinensis* (L.) Ktze.]、菠萝[*Ananas comosus* (L.) Merr.]、胡椒(*Piper nigrum* L.)、甘蔗(*Saccharum officinarum* L.)等,从而增强了胶园抵御自然灾害的能力,提高了土地利用率和报酬率,经济、生态效益明显提高<sup>1)</sup>。本文对地处雷州半岛东海岸的南华农场橡胶+砂仁、橡胶+咖啡和纯橡胶林三种典型胶园种植模式下枯落物、腐殖质和土壤性质进行调查,以期对于不同胶园种植模式土壤性状的改良研究有所帮助,并为认识和正确估价枯落物对水源涵养效能、养分归还、微生物活性和土壤肥力再生能力提供依据。

## 1 研究区自然概况

南华农场位于20°11'N, 110°11'E,地处雷州半岛的徐闻县境内。这一地区为热带北缘,年均温22~23℃,年平均降雨量1 370~2 500 mm,每年9~10月台风活动频繁。地势平缓。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

1995—08—14 收稿。

杨曾奖助理研究员,郑海水,周再知(中国林业科学研究院热带林业研究所 广州 510520)。

\* 本文为加拿大国际发展研究中心(IDRC)支持的农间林业研究课题的一部分,得到南华农场和热林所分析室的大力支持与帮助,特此致谢!

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。

烈, 脱硅富铝化过程的作用使砖红壤铁铝含量高而造成土壤强酸性, pH4.0~5.5, 养分含量低<sup>[3]</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, 橡胶于 1962 年种植, 株行距 3 m × 6 m, 1982 年行间间种作物, 作物按常规方法种植和管理。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, 于 1991 年和 1993 年在相对干旱的 3 月和雨季的 9 月分别进行调查, 按离树不同距离 (1, 3 m) 分层次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>[4]</sup>。

## 3 结果与分析

### 3.1 不同胶园种植模式下的枯落物性质

不同胶园间种模式, 由于间种作物的不同, 因而林下枯枝落叶的数量、组成、元素含量也不相同, 三种胶园间种模式枯落物性质调查分析结果如表 1。

表 1 不同胶园种植模式下的枯落物组成与主要元素含量

胶园 模式	积累量 (kg/hm <sup>2</sup> )	组成 (%)			枯落物混合样主要元素含量 (g/kg)					取样数 <i>n</i>
		叶	枝	果	N	P	K	Ca	Mg	
橡胶+砂仁	3 653.5	91.2	8.1	0.7	19.281	0.943	6.279	12.395	3.658	4
橡胶+咖啡	2 861.1	87.6	11.5	0.9	20.454	0.816	4.572	12.470	4.201	4
纯橡胶林	1 934.3	79.4	19.3	1.3	18.972	0.684	4.036	13.012	2.912	4

由表 1 可以看出, 橡胶+砂仁林下枯落物的积累量为最大, 其次为橡胶+咖啡, 以纯橡胶林为最小。枯落物组成中以叶为主, 主要营养元素含量以 N 为最高, 其次为 Ca。三种胶园种植模式中以橡胶+砂仁模式叶含量为最高, 其次为橡胶+咖啡, 枝的比例则以纯胶林为最大。枯落物积累量的差异主要因间种作物枯落物量的不同而造成, 据调查, 砂仁每年枯落物量为 4~5 t/hm<sup>2</sup>, 从而使间种模式林下枯落物的积累量明显高于纯胶林<sup>2)</sup>。

枯落物主要元素组成, 以橡胶+砂仁模式下枯落物 P、K 含量较高, 橡胶+咖啡模式次之, 纯胶林为最低。元素含量的差异同样与间种作物密切相关, 能谱分析结果, 砂仁植株无论根、茎、叶或是花粉、种子, K 所占比例最大, 在成熟砂仁叶片的灰分组成中 P、K 所占比例分别为 4.5% 和 54.4%, 在种子中分别为 18.04% 和 51.62%<sup>2)</sup>。

### 3.2 不同胶园种植模式下的腐殖质性质

土壤腐殖质的形成、积累、分解及其性质, 同样与植被和气候条件有密切的关系。热带地区由于水热条件优越, 微生物活动旺盛, 土壤腐殖质以形成快、分解快为其主要特性, 理想的耕种模式应该利于腐殖质的形成和积累, 从而利于土壤肥力的提高。三种胶园种植模式土壤腐殖质的特性见表 2。

从表 2 中可见, 表层(0~5.0 cm)土壤有机质的含量, 橡胶+砂仁最高, 其次为橡胶+咖

2) 南华农场内部资料. 三叶橡胶林下海南壳砂仁生理生态学特性的研究. 中山大学硕士生毕业论文, 1986.

啡, 纯胶林最少, 并随土层的加深, 模式间的差异明显减小。说明作物的间种对土壤有机质的影响主要在表层。土壤腐殖酸组成中的 H/F(胡敏酸/富里酸) 比值, 橡胶+ 砂仁为 0.354, 橡胶+ 咖啡为 0.271, 纯橡胶林为 0.190。说明三种胶园种植模式均以富里酸为主。间种利于胡敏酸的形成, 使 H/F 比值明显增大, 从而在改善土壤肥力特性上起着更大的作用<sup>[5,6]</sup>。

表 2 不同胶园种植模式的土壤腐殖质特性

胶园 模式	土层深 度(cm)	有机质 (g/kg)	腐殖酸成分(g/kg)					胡敏酸/ 富里酸		光学性质 E <sub>4</sub> /E <sub>6</sub>		取样数 n
			总 碳	胡敏酸	富里酸	胡敏素	富里酸	胡敏酸	富里酸			
橡胶+ 砂仁	0~5	44.303	28.313	7.395	20.918	15.983	0.354	6.55	5.30	4		
	5~10	29.701	18.923	3.860	15.060	10.781	0.256	6.68	8.35	2		
橡胶+ 咖啡	0~5	32.905	22.030	4.700	17.330	10.870	0.271	7.07	6.47	4		
	5~10	22.520	14.081	2.282	11.801	8.440	0.193	7.10	10.11	2		
纯橡胶林	0~5	26.840	17.340	2.775	14.565	9.500	0.190	7.33	6.61	4		
	5~10	22.640	14.461	2.291	12.170	8.182	0.188	8.22	10.00	2		

土壤腐殖酸的光学性质各模式间存在一定的差异, Scheffer(1954年)和 Welte(1955年) 均曾指出: 波长 465 和 665 nm 时的消光系数(E) 的比值(即所谓 E<sub>4</sub>/E<sub>6</sub> 比值) 不随溶液的含碳量而异, 并且能反映分光光度测定曲线的陡度, 故可作为一定土壤类型的胡敏酸的特性<sup>[5]</sup>。三种胶园种植模式土壤胡敏酸的 E<sub>4</sub> 和 E<sub>5</sub> 比值, 橡胶+ 砂仁为 6.55, 橡胶+ 咖啡 7.07, 纯橡胶林 7.33, 富里酸 E<sub>4</sub> 和 E<sub>6</sub> 比值则分别为 5.30, 6.47 和 6.61。说明纯橡胶林、橡胶+ 咖啡、橡胶+ 砂仁模式下的土壤腐殖酸中芳香碳原子网的缩合度依次增大, 分子量更加庞大, 而分子中的脂肪族侧链同时减少, 亲水性减弱<sup>[5,7~9]</sup>, 这与 H/F 值的测定结果是相一致的。

### 3.3 不同胶园种植模式下的土壤性质

不同胶园种植模式下的土壤特性分析结果见表 3。

表 3 不同胶园种植模式下的土壤性状

胶园 模式	土层深 度(cm)	含水率(g/kg)		速效养分(mg/kg)			阳离子交换量 [cmol(+)/kg]	盐基饱 和度(%)	2~5 mm 团聚体(%)	容重 (g/cm <sup>3</sup> )	总孔隙 非毛管孔		pH		取样 数 n
		3月	9月	N	P	K					度(%)	隙度(%)	H <sub>2</sub> O	KCl	
橡胶+ 砂仁	0~10	34.43	36.85	10.38	9.20	71.25	18.41	49.65	30.89	0.9577	64.04	10.24	4.9	4.3	4
	20~40	34.83	38.18	6.64	0.38	22.17	13.65	55.24	-	1.0317	62.05	6.41	5.0	4.4	4
橡胶+ 咖啡	0~10	32.43	36.74	8.70	5.16	50.25	14.72	51.02	13.66	1.1313	57.31	5.08	4.8	4.5	4
	20~40	36.48	38.75	5.47	0.12	20.83	11.27	56.61	-	1.0336	61.45	7.08	5.0	4.3	4
纯橡胶林	0~10	27.43	35.24	8.50	2.69	18.08	14.64	47.61	12.13	1.1939	55.19	1.72	4.9	4.6	4
	20~40	33.61	38.63	5.80	0.13	18.50	12.67	53.12	-	1.0006	55.28	8.03	5.0	4.5	4

从表 3 可见, 橡胶+ 砂仁模式下的土壤结构性良好, 粒径 2~5 mm 最为良好稳定的多孔性团粒结构含量明显增多(30.89%), 显著地高于橡胶+ 咖啡地(13.66%)和纯橡胶林地(12.13%); 表层土壤容重值明显减小, 而孔隙度则大大增加, 从而改善了土壤的通气性。土壤结构的改良与土壤有机质的增加有关外, 也与砂仁的间种提高了地面覆盖率, 减少雨水直接击打地面和人畜活动有关。土壤阳离子代换量及其 N 素养分也因有机质的增加而增加<sup>[10,11]</sup>。

从表 3 还可看出, 橡胶间种作物后土壤速效养分明显提高, 速效磷和钾更为明显, 0~10 cm 土层橡胶+ 砂仁比纯橡胶林速效磷、钾含量分别提高 6.51 和 53.17 mg/kg, 橡胶+ 咖啡分别提高 2.47 和 32.17 mg/kg, 从而利于橡胶生长。对土壤水分的调查结果也表明, 橡胶间种砂

仁可提高表层土壤含水量,并以旱季的3月更为明显。土壤含水率的提高应归功于地面枯落物对水源的涵养和减少水分蒸发的作用。土壤 pH 值三种胶园模式无明显差异。

## 4 结语与讨论

(1) 橡胶+砂仁,橡胶+咖啡及纯橡胶林三种胶园种植模式,林下枯落物的积累量分别为 3 653.5、2 861.1、1 934.3 kg/hm<sup>2</sup>。作物的间种利于枯落物的积累,因间种作物本身增加枯落物量的同时,减少了橡胶叶随风飘散和随地面的径流漂走数量。

(2) 枯落物元素组成也因作物的间种而有所改变。砂仁磷、钾含量较丰富,因此,导致橡胶+砂仁模式下枯落物磷、钾含量相对较高。

(3) 纯橡胶林、橡胶+咖啡、橡胶+砂仁各模式土壤腐殖质的组成,H/F 值逐渐增大,分别为 0.190、0.271、0.354,即胡敏酸含量的比例增加,富里酸含量相对减少;E<sub>4</sub>/E<sub>6</sub> 值则逐渐减少,分别为 7.33、7.07、6.55,说明间种作物使胶园中的腐殖酸结构渐趋复杂,芳香碳原子网的缩合度越发加强,这与科诺诺娃所阐明的规律是一致的。

(4) 土壤性质同样因作物的间种而改变,粒径为 2~5 mm 最为良好稳定的多孔性团粒结构含量明显增加,纯橡胶林、橡胶+咖啡、橡胶+砂仁,分别为 12.13%、13.66%、30.89%。作物的间种明显改善土壤的结构及其通气性。土壤速效养分随枯落物、土壤有机质的增加而提高,并以间种砂仁对速效磷、钾的改变最为明显。

(5) 调查结果表明,橡胶+砂仁模式最有利于土壤肥力的维持和提高。砂仁的间种明显增加地面枯落物的同时,提高了土壤有机质含量和速效养分含量,改良了土壤物理性状,稳定良好的多孔性团粒结构明显增加,从而使土壤各肥力因素协调,肥力水平提高。橡胶+砂仁模式可在胶园管理中适当加以推广。

## 参 考 文 献

- 1 谢吟秋,罗云裳,刘有美,等. 广东南昆山不同森林群落下枯落物、腐殖质和土壤性质的调查研究. 见:第三次全国森林土壤学术讨论会论文选编,森林与土壤. 北京:中国林业出版社,1985. 75~84.
- 2 罗大敏. 胶园间作与土壤肥力. 热带作物研究, 1983, (4): 23~28.
- 3 李庆逵主编. 中国红壤. 北京:科学出版社,1983.
- 4 中国林业部. 森林土壤分析方法. 北京:国家标准局,1988.
- 5 B. B. 波诺马廖娃, T. A. 帕洛特尼柯娃(魏开湄译). 腐殖质和土壤形成. 北京:农业出版社,1987.
- 6 赵高侠,张一平,白锦麟,等. 不同施肥条件与年限对土壤胡敏酸能态及热分解特性的影响. 土壤学报, 1995, 32(3): 284~291.
- 7 科诺诺娃 M M (周礼恺译). 土壤有机质. 北京:科学出版社,1966.
- 8 文启孝等编. 土壤有机质研究方法. 北京:农业出版社,1984. 107~109.
- 9 Anderson H A, Hepburn A. Fractionation of humic acid by gel permeation chromatography. J. Soil Sci., 1977, 28: 634~644.
- 10 杨曾奖,郑海水,周再知. 橡胶间种砂仁、咖啡对土壤肥力的影响. 林业科学研究, 1995, 8(4): 466~470.
- 11 芝本武夫(刘国光译). 森林土壤与培肥. 北京:中国林业出版社,1982.

## Impacts of Rubber Plantation Intercropping to Litter, Humus and Soil Property

Yang Zengjiang   Zheng Haishui   Zhou Zaizhi

**Abstract** The investigation results showed that intercropping increased litter accumulation on soil surface obviously. The amount of litter on the soil surface in plantations of rubber + *Alpinia villosum*, rubber+ coffee and pure rubber plantation were 3 653. 5, 2 861. 1 and 1 934. 3 kg/hm<sup>2</sup> respectively. Intercropping increased organic matter on soil surface, and in 0 ~ 5 cm soil surface layer of the 3 plantations, the amount of organic matter were 44. 303, 32. 905 and 26. 840 g/kg respectively. In the 3 plantations, most of the humic acid is fulric acid. Intercropping with *Alpinia villosum* and coffee was suitable for the formation of humic acid. Intercropping improved soil properties, in the soil layer of 2 ~ 5 mm the stable granular structure of the soils in the 3 plantation were 30. 89, 13. 66 and 12. 13% respectively. Rubber trees intercropping with *Alpinia villosum* was the best to improve soil fertility.

**Key words** intercropping of rubber plantation, litter, humus, soil property

---

Yang Zengjiang, Assistant Professor, Zheng Haishui, Zhou Zaizhi( The Research Institute of Tropical Forestry, CAF Guangzhou 510520).