

红壤丘陵山地柑桔园土壤熟化问题的 初步探讨

李来荣* 黄锡琨** 庄伊美* 廖镜思

(福建农学院)

丘陵山地红壤广泛分布于我国江南,由于地处优越的自然生物气候条件,各省已利用红壤丘陵山地开垦了数以百万亩的柑桔园。然而,这些园地土壤在不同程度上仍表现出自然土壤的基本特性,即所谓“瘠、酸、黏、旱”。针对这些问题,各地柑桔区对这类土壤进行了颇有成效的改良利用,明显改善了土壤性状,加速了红壤柑桔园土壤的熟化过程,从而提高果园土壤的熟化度,为创造柑桔高产、稳产、优质提供了最基本的土壤条件。

探讨红壤柑桔园土壤熟化的问题,是南方亚热带地区果园土壤熟化规律研究中的一个重要组成部分。为此,我们曾对粤、桂、闽的六个有代表性柑桔区的土壤熟化问题进行了调查研究。

调查研究的六个柑桔产区为:广东杨村农场;广西华山农场、柳州园艺场;福建南靖大湖山果场、南靖三千山果场、邵武综合农场。调查研究时,侧重对比丘陵荒地 with 不同垦殖年限柑桔园的土壤理化性状(其立地条件,如坡度、坡向、土壤类型等基本相似),并调查柑桔园的生产性能以及各地改良柑桔园土壤的主要经验。现将调查研究结果,归纳分析于下。

一、丘陵山地红壤柑桔园土壤熟化的特点

众所周知,农业土壤是以人类农业生产活动为主导因素的作用下发生和发展的,果园土壤也不例外。根据我们对南方丘陵山地柑桔园红壤熟化过程的调查,以及所得的分析资料可以明确以下两点。

1. 实行合理的农业总体措施,可以促进柑桔园土壤熟化的过程,其熟化程度随着垦殖年限的增加而提高。

综合调查、分析柑桔区的土壤资料明显看出:通过一系列的农业技术措施,包括水土保持、合理布局、果园土壤管理等,可使柑桔园红壤的理化性状发生显著的变化。总的来说,改善了土壤物理性状,使土色变暗,结构变好,容重减小,非毛管孔隙度显著增加,土壤的透水速度增大,从而提高了土壤保水力(表1)。随着土壤物理性状等因子的改善,土壤化学性质也有显著变化(表2),主要的是随着熟化年限的增加,土壤有机质除垦殖初期略有下降外,随后几年则平稳上升,全氮量也相应增加,这是红壤熟化过程中较显著的特征。此外,速效养分有所增加,尤以速效钾的增加最为显著。

* 现在福建农学院兼福建省亚热带植物研究所工作

** 现在福建省龙溪地区农科所工作。

表 1 不同熟化年限柑桔园土壤物理性状

调查地区	熟化年限	取样位置	取样深度(厘米)	机械组成(%)		质地	容 重 (克/厘米 ³)	>0.25 毫米 水稳性团聚体 (%)	孔 隙 度 (%)			吸水速度(毫米/分)		
				<0.01 毫米	>0.01 毫米				总孔隙	非毛管 孔隙	毛管孔隙	初速	均速	稳速
广东 杨 村 农 场	荒地		0-20	69.33	30.67	轻黏土	1.24	70.04	62.15	5.77	56.38	9.5	4.1	3.3
			20-40	66.12	33.88	"	1.61	73.84	67.70	7.32	60.38	6.0	1.2	2.4
			0-20	63.30	36.70	"	—	64.70	—	—	—	—	—	—
			20-40	61.62	38.38	"	—	89.04	—	—	—	—	—	—
	4年	冠下	0-20	58.75	41.25	重壤土	—	83.32	—	—	—	—	—	—
			20-40	64.33	35.67	轻黏土	—	88.90	—	—	—	—	—	—
			0-20	66.18	33.82	"	1.06	81.38	59.43	25.26	34.17	16.5	6.5	4.4
			20-40	65.90	34.10	"	1.12	84.26	57.61	15.95	41.66	8.0	2.6	1.7
	7年	行间	0-20	67.70	32.30	"	0.93	78.68	64.23	34.09	30.14	7.5	3.5	2.0
			20-40	59.67	40.33	重壤土	1.12	84.76	55.82	15.14	40.68	4.0	2.0	1.6
			0-20	50.31	49.69	"	0.89	73.54	63.35	26.22	37.13	20.0	6.0	4.0
			20-40	57.71	42.29	"	0.97	87.96	61.77	20.12	41.55	10.0	3.9	3.3
	10年	行间	0-20	57.05	42.95	"	1.02	65.16	59.06	21.71	37.35	11.0	4.4	3.2
			20-40	53.43	46.57	"	1.08	82.40	56.84	13.01	43.83	2.0	0.6	0.2
广西 华 山 农 场	荒地		0-20	54.00	46.00	重壤土	1.32	51.60	46.77	37.79	8.98			
			20-40	47.00	53.00	"	1.40	56.80	43.55	29.60	13.95			
			0-20	52.60	47.40	"	1.01	46.00	60.07	53.11	6.96			
			20-40	51.60	48.40	"	1.24	50.10	49.79	37.99	11.80			
	4年	冠下	0-20	51.00	49.00	"	1.17	42.80	53.57	46.08	7.49			
			20-40	51.00	49.00	"	1.07	49.20	56.32	43.56	12.76			
			0-20	56.40	43.60	中壤土	1.15	48.90	51.68	45.39	6.29			
			20-40	49.00	51.00	重壤土	1.15	43.70	53.25	42.29	10.96			
	7年	行间	0-20	53.00	47.00	"	1.11	45.50	55.42	42.55	12.87			
			20-40	48.80	51.20	"	1.25	48.50	49.19	38.62	10.47			
广西 柳 州 园 艺 场	荒地		0-20	44.00	56.00	中壤土	1.46	65.90	40.89	22.14	18.75			
			0-40	38.00	62.00	"	1.45	61.62	51.01	34.91	16.10			
			0-20	28.40	71.60	轻壤土	0.97	67.70	59.92	54.99	4.93			
			20-40	27.60	72.40	"	0.90	70.86	62.18	58.03	4.15			
	5年	冠下	0-20	31.00	69.00	中壤土	1.22	73.12	48.09	31.51	17.58			
			20-40	23.60	76.40	轻壤土	1.22	77.34	48.95	30.92	18.03			
			0-20	60.00	40.00	重壤土	0.99	68.88	58.58	53.73	4.85			
			20-40	58.80	41.20	"	1.20	60.70	50.82	41.21	9.81			
	8年	行间	0-20	31.80	68.20	中壤土	1.20	67.86	50.82	36.96	13.86			
			20-40	29.40	70.60	中壤土	1.34	79.32	45.75	34.10	11.65			

注: 分析方法分别为: 机械组成-比重法; 质地按卡庆斯基分级标准; 容重-环刀法; 水稳性团聚体-威尔斯宁法(湿筛法); 吸水速度-圆筒法。

表 2 不同熟化年限柑桔园土壤化学性状

调查地区	熟化年限	取样位置	取样深度(厘米)	pH 值	有机质 (%)	全氮 (%)	速效养分 (ppm)				盐基代换量 (毫克当量/100克土)	水解性酸 (毫克当量/100克土)	盐基饱和度 (%)
							NO ₃ -N	NH ₄ -N	P ₂ O ₅	K ₂ O			
广东杨村农场	荒地	{	0—20	5.2	2.77	0.121	24	15	1	8	8.00	5.12	61.21
			20—40	5.3	1.53	0.083	10	15	1	4	7.35	4.02	64.66
		{	0—20	5.1	2.98	0.135	28	16	1.8	8	7.36	4.42	63.33
			20—40	4.9	2.75	0.135	26	16	1.5	12	6.95	4.12	62.80
	4年	{	0—20	5.1	3.66	0.184	28	14	1.5	6	6.46	5.72	53.02
			20—40	5.2	2.55	0.131	30	15	1.5	6	8.25	3.51	70.12
		{	0—20	5.0	2.83	0.150	24	15	5	30	7.10	5.82	55.94
			20—40	5.0	2.75	0.085	28	15	5	24	7.07	5.72	55.27
	7年	{	0—20	5.2	3.22	0.143	11	15	3	36	7.66	5.62	57.67
			20—40	5.2	2.72	0.129	10	15	2	42	7.48	4.42	62.87
		{	0—20	5.1	3.97	0.179	28	15	5	48	7.48	7.53	49.83
			20—40	5.0	3.12	0.165	28	15	5	48	5.42	6.12	46.95
	10年	{	0—20	5.1	4.17	0.207	28	20	7	100	7.47	7.83	48.82
			20—40	5.2	2.84	0.163	24	25	10	120	8.32	5.42	60.55
广西华山农场	荒地	{	0—20	5.2	1.55	0.094	水解性氮(毫克/百克土)		20	30			
			20—40	5.1	0.98	0.062			10	28			
		{	0—20	5.3	1.45	0.111	15.31		30	60			
			20—40	5.2	1.39	0.098	11.01		20	55			
	4年	{	0—20	5.2	1.12	0.095	12.41		30	38			
			20—40	5.1	1.17	0.079	12.53		20	34			
		{	0—20	5.4	1.73	0.099	12.32		80	88			
			20—40	5.2	1.52	0.084	11.77		60	60			
	7年	{	0—20	5.3	1.30	0.117	16.76		60	140			
			20—40	5.2	1.19	0.076	12.53		40	100			
广西柳州园艺场	荒地	{	0—20	5.3	1.71	0.126	16.61		1	30			
			20—40	5.2	1.06	0.094	15.27		痕迹	16			
		{	0—20	5.3	2.27	0.159	14.37		.5	85			
			20—40	5.3	1.96	0.112	16.03		2.5	38			
	5年	{	0—20	5.3	2.26	0.157	18.27		2.5	60			
			20—40	5.3	1.71	0.112	17.16		1	50			
		{	0—20	5.3	2.73	0.167	16.96		20	60			
			20—40	5.2	2.02	0.142	12.17		15	100			
	8年	{	0—20	5.3	2.28	0.157	17.78		20	120			
			20—40	5.3	2.09	0.141	20.72		10	75			

注: 分析方法分别为: pH值-精密pH计比色(水浸提); 有机质-丘林法; 全氮-重铬酸钾-硫酸消化法(克氏法); NO₃-N-硝酸试粉比色法(水提); NH₄-N-钠氏试剂比色法; 水解性氮-碱解蒸馏法; P₂O₅-钼兰比色法(光电比色); 0.1N NaOH及0.3N HCl浸提; K₂O-亚硝酸钠比色法(光电比色); 盐基代换量-K.K.盖德罗依茨法; 水解性酸-卡宾法(1N NaAc浸提)。

这里必须强调的是有利于红壤丘陵山地柑园土壤向熟化方向演变, 应该是合理的农业总体措施。所谓总体, 至少是由三个主要环节构成的——水土保持、合理布局及果园土壤管理制度。每个环节间及组成每个环节的各种因素之间, 都是有机联系的, 不可缺一或脱节, 这是各地改良柑桔园土壤所遵循的普遍规律。假若违背此规律, 譬如柑园土壤管理粗放, 不但柑园土壤性状无法改善, 反而会导致土壤性状恶化。从我们对福建南靖大湖山果场的调查分析表明, 由于柑园多年失管, 定植7年的芦柑园土壤与原来熟荒地土壤相比, 明显降低了土壤有机质含量(从3.64%降为2.79%)和全氮量(从0.170%降为0.146%), 而速效养分也有减少的趋势, 尤其是磷和钾。类此情况还可从福建邵武综合农场十里茅岗分场的粗放管理福桔园得到证实。不言而喻, 上述两处的柑桔植株正常生育也难以保证了。

2. 柑桔园红壤熟化的过程 幼龄果园以根际熟化为主, 并逐步扩大到壮年果园的全国熟化。这是果园土壤区别于一般农业土壤熟化过程的特殊形式, 而丘陵山地柑桔园土壤熟化更具有典型性。这种特殊方式是根据柑桔生物学特性及其对土壤环境(包括水、肥、气、热等)的特殊要求, 群众所创造出来的。从所调查的柑桔区红壤熟化的过程看出(表1, 表2), 随着熟化年限的延长, 柑桔园冠下与行间的土壤理化性状差异愈趋减少, 甚至有的年份还有行间土壤较冠下根际土壤性状为好的。这种熟化过程与各地柑园土壤熟化的特殊措施密切相关, 即从柑桔园的幼年阶段所采取的大穴改土定植开始, 继而逐年进行间作覆盖及扩穴深翻改土等, 到了壮年阶段的盛果期后, 则进入了全国土壤熟化。但需强调, 进入全国土壤熟化之后的一系列土壤管理必须立足于保持柑园已有的土壤熟化水平, 才能满足植株长期高产、稳产、优质的需求, 这也是今后需要进一步研究探讨的重要问题。

这种从柑园局部过渡到全国土壤熟化的形式, 不仅符合多年生柑桔植株个体与群体发育的相互关系, 而且同人们集约栽培果树的经营管理制度相吻合的。

二、改善土壤有机质状况是红壤柑桔园土壤熟化的关键性问题

土壤有机质不仅可提供植株的各种营养和土壤微生物的能源物质, 而且也是改善土壤物理性状的重要因素。因此, 土壤有机质含量是熟化土壤的一项重要指标。更因为自然红壤的有机质含量常较贫乏(多数为1%左右), 所以提高土壤有机质的量和质的问题, 则成为熟化丘陵山地柑桔园红壤的关键性措施。

1. 关于提高有机质含量 在我们所调查的柑桔区中, 凡是果园良好熟化的, 在水土保持和合理布局的基础上, 均不例外地是围绕改善土壤有机质状况进行果园土壤管理的, 而土壤管理措施和自然因素相互作用的结果, 则表现在土壤熟化的水平上。也就是说, 在一定程度上, 解决了南方丘陵山地土壤肥力强烈有效化与潜在后备基础所存在的尖锐矛盾, 各地在这方面积累了不少成功的经验。

许多柑桔区早就十分重视在大定植穴中, 施入充足的有机肥料作基肥, 从而改善柑桔根际的土壤环境, 增强根系的生长发育, 促进植株速生高产。

有的果区, 尤其是原来丘陵荒地土壤性状较差的(如杨村农场), 在种植柑桔前, 先行改土, 深耕25—30厘米, 施以土杂肥, 并种茹类、豆科等先锋作物2—3年后才挖穴定植。根据分析对比, 先行改土使荒地红壤理化性状得到不同程度的改善。倘光种绿肥两年的, 其0—20厘米土层的土壤有机质含量比荒地的明显上升(增0.96%), 全氮量也有所增加(增0.023%)。

各地相当普遍地以间作覆盖代替清耕,特别是幼龄柑桔园更是如此。这是上面述及的柑桔园从局部到全园熟化过程中,加速熟化缩短过渡时间的有效途径。以往很多试验研究已证实了其有益效应。幼年柑桔园间作、覆盖、压青的措施也已为各地生产实践所应用。福建南靖大湖山幼龄蕉柑园的压青试验,表明了豆科绿肥或野生草压青有利于土壤肥力水平的提高,明显地降低了土壤容重,提高了总孔隙度、非毛管孔隙度及盐基饱和度(表3)。特别显著地增加亚表层(20—40厘米)土壤的有机质和全氮量,使得亚表层土壤其他理化性状也发生一系列变化,加速了上下层土壤熟化的均匀性,这点在加深果园土壤熟化层问题上具有特别重要意义。

表3 福建南靖大湖山幼年蕉柑园压青对土壤性状的影响

处 理	取样深度 (厘米)	容 重 (克/厘米 ³)	孔 隙 度 (%)			pH 值	有机质 (%)	全氮 (%)	速 效 养 分			水解性氮 (毫克/百克土)	P ₂ O ₅ (ppm)	K ₂ O (ppm)	水解酸 (毫克当量/百克土)	盐基 代换量 (毫克当量/百克土)	盐基饱 和度 (%)
			总孔隙	非毛管孔	毛管孔隙				水解性氮(毫克/百克土)	P ₂ O ₅ (ppm)	K ₂ O(ppm)						
对 照	0—20	1.04	59.63	42.45	17.18	5.6	2.45	0.136	20.06	5	50	7.39	5.26	39.99			
	20—40	1.21	54.02	52.81	21.11	5.6	1.66	0.084	14.97	3	25	6.70	5.34	44.36			
乌绿豆压青*	0—20	0.84	66.23	56.88	9.35	5.8	2.42	0.144	20.17	8	75	6.10	5.94	49.31			
	20—40	0.93	63.26	50.75	12.51	5.7	2.48	0.153	30.65	20	160	6.03	7.30	54.76			
野生草压青*	0—20	0.82	66.89	58.94	7.95	5.7	2.51	0.146	19.65	10	100	6.03	6.20	50.67			
	20—40	0.91	63.92	52.31	11.61	5.7	2.40	0.171	29.02	20	150	6.10	6.96	53.27			

* 每年压青 2,000 斤/亩, 连续两年。

在柑桔园的施肥管理中,尤其强调以有机肥为主,辅之化肥。优先使用各种农家肥、堆肥、饼肥、绿肥、骨粉、毛发等等,并注意配合矿质磷肥及选用适宜的化学氮肥。在调查中发现,广东杨村农场1964年以前经常大量施用硫酸铵(10年生蕉柑每株年施10斤)。少施有机肥,从该场柑园土壤水解酸六个不同熟化年限(表2仅列出三个年限)的分析,其水解酸度似有逐年增加的趋势,盐基饱和度也随之下降。而表3表明了采取压青的,可降低土壤酸度,水解酸的下降较明显。这是值得注意的问题。通过调查研究,我们认为广西华山农场施用有机肥为主的措施是合理的,例如7年生蕉柑每年株施有机肥包括:猪粪沤肥80—100斤,豆饼1—3斤,压青30—50斤,谷糠灰4—6斤。因而,提高了柑园土壤有机质含量,降低水解酸度,明显增加速效养分,尤其是速效磷的含量(表2)。

2. 有机质的主体——腐殖质的组分问题 以往果园土壤研究较少注意这个问题,我们认为,当土壤有机质含量较低时(少于1%),其主要矛盾为有机质的含量,但对于果园土壤有机质含量已达到一定水平(1.5—2.5%),腐殖质的组分似为柑园红壤熟化有必要考虑的一个问题。通常而言,腐殖质中胡敏酸的肥力意义优于富啡酸,故胡敏酸所占的比例高对土壤熟化有积极意义。据研究,胡敏酸含量的多少与土壤熟化度的高低呈正相关。从我们的调查分析表明,广东杨村农场柑园土壤有机质含量虽高于广西华山农场(表2),然而,后者的土壤腐殖中胡敏酸含量的比例却高于前者(表4)这或许与生态环境、人为措施的不同有关。从这个角度来说,在衡量柑桔园土壤有机质含量的同时,还应考虑其腐殖质的组分,以达到全面评价改善柑桔园土壤有机质的状况,此问题仍有待进一步深入研究。

表 4 丘陵山地柑园红壤腐殖质中各组有机碳的含量
(占土壤有机碳总量的%)

调查地区	熟化年限	取样深度 (厘米)	胡 敏 酸 碳	富 啡 酸 碳	土 壤 残 渣 中 碳
广 东 杨 村 农 场	荒 地	0—20	8.6	28.4	63.0
		20—40	4.1	34.0	61.9
	两 年	0—20	10.4	30.7	58.9
		20—40	8.5	32.7	58.8
	4 年	0—20	11.9	22.5	65.6
		20—40	6.5	37.5	56.0
	6 年	0—20	5.1	44.8	50.1
		20—40	16.4	32.8	50.8
	8 年	0—20	7.6	31.7	60.7
		20—40	12.8	41.2	46.0
	10 年	0—20	7.5	36.2	56.3
		20—40	13.4	32.5	54.1
广 西 华 山 农 场	荒 地	0—20	14.6	42.2	43.2
		20—40	15.6	55.1	29.3
	4 年	0—20	14.5	41.4	44.1
		20—40	17.8	29.1	52.3
	7 年	0—20	29.4	28.2	42.4
		20—40	15.7	38.8	45.5

注:土壤腐殖质组分采用焦磷酸钠加氢氧化钠混合浸提快速测定法。

三、丘陵山地红壤柑桔园土壤熟化指标的提出

通过人们对生态及土壤环境的利用改造,柑桔园土壤性状随之也发生一系列的变化,其中较显著的是有机质、全氮、速效养分含量的提高,容重减少,非毛管孔隙度的增加等。上述变化使土壤逐渐趋于熟化,种植在这种土壤上的柑桔植株生育状况也必然趋向良好的水平。例如,所调查广东杨村农场的10年生蕉柑,大面积平均亩产 4,000 斤左右,广西华山农场 7 年生蕉柑平均亩产 3,194.6 斤。

正确衡量柑桔园红壤熟化度应综合考虑其土壤耕性,理化、微生物性状及植株生产性能等。根据我们仅有的调查研究与分析资料,初步提出丘陵山地红壤柑桔园土壤良好熟化的下列指标,供今后深入研究时参考。

(1) 柑桔园的行间与冠下,表层(0—20 厘米)与亚表层(20—40 厘米)的土壤理化性状基本接近或差异不大,熟化层的厚度约为 40 厘米左右。

(2) 土壤容重 0.90—1.10,总孔隙度 50—60% (其中非毛管孔隙度占 20% 以上),大于 0.25 毫米的水稳性团聚体占 50—80%。

(3) pH 5.5 左右,有机质含量 1.5—2.5%,全氮量 0.10—0.15%,盐基饱和度 45—60%,水解氮 15 毫克以上/100 克土, P_2O_5 10—15 ppm, K_2O 60—100 ppm。

在上述的红壤柑桔园土壤熟化指标范围内,配合正常的管理,7—8 年生以上的柑桔树,

大面积亩产可达 3,000—4,000 斤以上。

必须指出, 由于各地情况不尽相同, 丘陵山地红壤柑桔园的土壤熟化指标应视具体条件 (包括自然成土因素, 栽培品种, 栽培特点以及经营管理等), 进行详细的调查研究而制定, 而且还需综合考虑各项指标间的关系, 避免把单项指标孤立起来。

ON THE AMELIORATION OF CITRUS ORCHARD SOILS IN THE RED SOIL HILLY LANDS OF SOUTH CHINA

Li Lairong Huang Xikun Zhuang Yimei Liao Jingsi
(Fujian Agricultural College)

The amelioration of the red soil Citrus Orchard is fundamental to the production of high quality as well as total production of fruits. Comprehensive cultural practices including soil conservation, proper cover-cropping and suitable orchard soil management are conducive to soil amelioration. Soil amelioration involves several marked changes both in physical and chemical properties in the soil of these orchards. The degree of change of properties varies positively with the length of periods the orchards soils are treated.

The steps typical in the amelioration of the red soil in the Citrus orchards of South China are as follows: (1) Amelioration restricted to the root zone only in the young orchards, (2) followed by a gradual annual extended area of amelioration to cover the whole orchard. By this time, the trees are already in the full bearing ages, and finally (3) maintenance of a good or satisfactory level of soil amelioration in the orchard throughout the fruit production period.

Maintenance and increase of a high level of soil organic matter content is one of the most important factors in orchard soil management in the red soil hilly county in South China. All practical methods leading to the addition of organic matter to the soil, especially those that will eventually produce a deeper and thicker ameliorated soil layer are particularly significant. Furthermore, the present study reveals that the ratio between Fulvic acid content and Humic acid content present in the Humus portion of the soil is also important in evaluating the soil organic matter situation in the Red Soil Citrus Orchards.

This piece of research work includes field survey of a number of Citrus orchards in Guangdong, Guangxi and Fujian provinces as well as laboratory analysis of soil samples from these orchards over a number of years. From these results we are led to draw tentative criteria for the well ameliorated orchard soils in the red soil hilly lands of South China for future references.