

180-187

11532(11)

第14卷 第2期  
1994年6月生态学报  
ACTA ECOLOGICA SINICAVol. 14, No. 2  
Jun., 1994

## 滨海风沙地龙眼园土壤特性的研究

黄羌维 陈由强

(福建师范大学, 福州, 350007)

S667.201

A

**摘要** 滨海风沙地土壤结构性差(物理性沙粒占92.11%—93.33%),质地疏松(通气孔隙占34.48%—36.78%),氧气充足,有利龙眼菌根生长;沙地夏秋土温高,温差变幅大,持续时间长,对幼根生长有害,克服措施是盖草降温 and 浇灌,而35cm以下沙层温度终年适宜龙眼根系的生长。风沙地渗透性大,蓄水力差,有机质贫乏(0.60%),各种营养元素含量低;经过耕作培肥改土,土壤养分水平迅速提高,土壤速效养分的增加和土壤微生物量和土壤酶活性有着密切的关系。在一年中土壤各元素含量的变化是冬高夏低,夏季表土上层各元素含量都低于表土下层,雨量多和灌水是主要原因。

**关键词:** 滨海风沙地, 龙眼, 土壤微生物。

长期以来,我国坚持“果树上山”的方向,福建2.92万hm<sup>2</sup>龙眼园,绝大部分分布于红壤山地。有关红壤果园土壤的特性和改良熟化问题我国已进行了许多研究<sup>[1-5]</sup>,但有关滨海风沙地龙眼园土壤特性的研究尚属空白,急待研究,以便为滨海风沙地龙眼园土壤的定向培育提供科学依据。作者从1987年在福建长乐县漳流滨海风沙地上试种龙眼获得成功,开展了一系列研究,本文主要介绍滨海风沙地土壤特性的研究结果。

### 1 样地生境概述

漳流滨海风沙地位于福建省长乐县东南部,沙丘面积360hm<sup>2</sup>,属南亚热带气候区,光能资源丰富,常有大风、台风、干旱等自然灾害危害。年均气温19.5℃,最热7月份气温28.4℃,最冷1—2月份气温10.2℃。年降雨量1415.1mm,春季479.3mm,夏季564.5mm,秋季264.5mm,冬季106.8mm。相对湿度83%,蒸发量1479.6mm,最高7月份219.4mm,最低1月份72.3mm。风速年均3.4m/s,≥8m/s的大风日数73d,秋季占32.8%。全年日照1558.7h。因营造了木麻黄防护林290hm<sup>2</sup>,林带内果园和林外风沙地气象要素产生了差异,果园生态特点趋利避害(表1)。

### 2 材料和方法

**2.1 采样和处理** 1987年10月至1991年10月在长乐漳流滨海风沙地龙眼园,选有代表性果园,在树冠覆盖范围内按0—20cm,20—40cm土层分期分批取土,每个样品以5个点随机取样混合而成,土样经风干过80号筛,然后放在70—80℃的烘箱中烘干。土样用玛瑙球磨机研成粉末,称取样品0.200g放于高压釜中,加入2ml浓HNO<sub>3</sub>,于烘箱内140℃加热24h,冷却后用无离子水定容至5ml<sup>[6]</sup>。土壤微生物采用当天取样的新鲜土壤为材料,快速进行测定。

**2.2 测定方法** 土壤比重用比重瓶法,容重用容重环法<sup>[9,10]</sup>,全N测定用K<sub>2</sub>CrO<sub>7</sub>-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>消化法<sup>[11]</sup>,速效P用磷钼兰法<sup>[12]</sup>,速效K用四苯硼钠比浊法,有效Zn采用DTPA(二乙三胺五乙酸)浸提液,直接在AAS计上213.8nm处测定,有效B用沸水浸提-姜黄素比色法<sup>[9]</sup>;全K

本文于1992年10月6日收到,修改稿于1993年11月15日收到。

用 3200AAS 法(波长 7703 Å, 灯电流 10mA, 狭缝二档, 火焰高度 7mm, 空气 50L/min, 乙炔 1.0L/min); 样品中各种化学元素测定用 ICP-AES 法, 使用 Apple- I 微机控制的 ICAP-9000 型直读等离子体光谱仪(Jarrell-Ash Division, USA), 测定其试液中各种金属元素含量<sup>[6-8]</sup>。

表 1 滨海风沙地果园防护林的气象状况(长乐漳流)\*

Table 1 Conditions of meteorologic in shelterbelt orchard in coastal sand land (Chang-le)

项 目 Item		春季 Spring	夏季 Summer	秋季 Autumn	冬季 Winter	平均 Average
降雨量(mm) Rain fall	林内 <sup>①</sup>	507.7	593.7	283.7	116.3	1501.4
	林外 <sup>②</sup>	479.3	564.5	264.5	106.8	1415.1
相对湿度(%) Relative humidity	林内	84.7	86.0	82.7	80.7	84.0
	林外	83.7	85.0	82.7	79.7	83.0
蒸发量(mm) Evaporation	林内	154.3	331.3	484.2	224.7	1196.5
	林外	209.2	399.9	563.0	307.5	1479.6
风速(m/sec) Speed of wind	林内	0.5	0.7	0.8	0.4	0.6
	林外	3.3	3.2	3.4	3.6	3.4
日照时数(h) Sunshine hours	林内	344.2	564.7	327.3	268.2	1504.4
	林外	351.1	577.5	340.8	289.3	1558.7

\* 本表原始数据由福建省农业区划研究所等单位提供。①: Forest inside; ②: Forest outside.

The original figures in this table is furnished by the Fujian Agriculture Research Institute and other units.

2.3 土壤微生物测定 细菌用肉膏蛋白胨培养基, 真菌用马丁培养基, 放线菌用高化 1 号合成培养基, 固氮菌用固氮基础培养基, 厌气固氮菌用焦没食子酸法, 硝化细菌和磷细菌用稀释法, 纤维素分解菌在赫奇逊培养基上用土粒法测定。

2.4 温度测定 气温观测: 平均气温、最高、最低气温; 地面观测: 0cm 地面平均温度、最高、最低温度; 地中温度: 5cm、15cm、25cm、50cm 地温。测定气温和地面温度采用定时、最高、最低温度计, 测定地中温度采用山管和直管地温计<sup>[10]</sup>。

### 3 结果与分析

#### 3.1 滨海风沙地龙眼园气温和土温的变化规律

风沙地质地疏松, 沙的比热小, 导热性强, 沙地地温上升早, 夏秋土温高, 温差变幅大。沙地不同深度, 湿热状况不同, 1—25cm 沙层, 夏秋季沙温可达 37℃ 以上, 若连续高温干旱, 中午地表温度可达 40—60℃, 最高甚至达 68℃。这对龙眼根系生长显然不利, 若无其他相应技术措施, 会使龙眼幼树土壤表层幼根枯死。但在沙层 30—35cm, 夏秋季节的温度却不高, 保持在 20—35℃ 范围内, 恰是龙眼生长最快的温度; 冬季低温期间, 沙层温度仍在 13—25℃, 也达到根系开始生长的温度(表 2.3)。这是滨海风沙地龙眼根系具有全年生长的有利自然条件。

#### 3.2 滨海风沙地土壤物理特性

滨海风沙地的土壤质地组成主要是沙粒, 其中物理性沙粒占 92.11%—93.33%、物理性粘粒占 6.67%—7.89%。比重 2.53—2.59、容重 1.38—1.53g/cm<sup>3</sup>、土壤总孔隙度 41.04%—45.45%、通气孔隙度 34.48%—36.78%、土壤有效水含量占 8.27%—10.19%(表 4)。从土壤的质地和物理性状来看, 风沙地土壤无法形成团粒结构, 沙地疏松, 通气孔隙度比红壤山地高, 达 0.4 倍。沙透水性强, 持水性弱, 土壤表层水易蒸发而缺水; 下层土壤毛管水上升不强, 阻止了上层水分蒸发, 所以沙层越深, 含水愈高, 在旱季深层水以汽态上升, 补充了根群密集层的水

分,有利于根群向密集层发展。土壤通气孔隙度高,氧气充足,满足了龙眼菌根好气的要求,土壤疏松还可以减少根系穿透土层的相对阻力,所以风沙地龙眼根的分枝量多且长度长。

表 2 滨海风沙地龙眼园夏秋气温、沙温变化情况(长乐县漳流)

Table 2 Changes of atmosphere and sandy soil temperature in summer and autumn of longana plantation in coastal sandy land (Changle)

时 期 (年·月·日) Period	时间 Time	气 温(°C) Atmospheric temperature		地表温度(°C) Ground surface temperature		沙层平均温度(°C) The average temperature of sandy soil in different depth				
		最高气温*	平均**	最高气温	平均	5cm	15cm	25cm	35cm	50cm
		1988.7.12—16	7:00	30.5	26.2	33.4	27.8	28.7	29.6	30.8
	13:00	34.5	32.5	66.3	62.6	46.7	38.0	34.3	32.3	31.1
	17:00	33.4	29.5	48.2	30.6	31.7	35.2	35.6	34.1	31.4
1989.7.13—17	7:00	28.5	26.0	31.4	27.6	28.5	29.4	30.6	31.4	31.6
	13:00	35.0	32.8	66.6	65.8	49.9	41.2	37.5	35.8	34.2
	17:00	34.1	29.5	48.2	33.3	34.0	38.1	38.5	36.5	34.3
1990.7.16—20	7:00	30.5	27.0	33.4	27.8	28.8	29.6	30.8	31.2	31.8
	13:00	35.0	33.2	68.8	65.3	50.0	40.7	37.0	35.3	34.1
	17:00	34.8	31.2	53.5	35.0	35.7	39.8	40.2	38.7	36.0

\* maximum atmospheric temperature \*\* average

表 3 滨海风沙地龙眼园气温、地温变化情况(长乐县漳流)

Table 3 Changes in coastal atmosphere and sandy soil temperature in longana plantation (Changle)

年·月·旬 Year month decade			气 温(°C) Atmospheric temperature		地表温度(°C) Ground surface temperature		沙层温度(°C) The average temperature of sandy soil in different depth				
			最高气温*	平均**	最高气温	平均	5cm	15cm	25cm	35cm	50cm
			1988—1990 平均值 Average	7	上	35.8	29.2	38.9	36.2	33.7	32.8
中	34.2	30.7			44.4	39.7	36.9	35.3	34.4	33.8	32.5
下	32.2	28.0			14.6	39.2	35.2	33.5	32.6	32.0	30.9
8	上	51.6		28.1	43.5	37.3	34.4	33.8	33.4	32.1	32.2
	中	32.1		28.6	39.7	45.3	33.2	32.8	32.2	32.2	32.0
	下	31.3		28.3	40.8	46.1	32.7	32.2	31.9	32.0	31.5

\* maximum atmosphere temperature \*\* average

### 3.3 滨海风沙地的化学特性

风沙地矿物质成分主要是石英,有机质贫乏,由于经水分长期淋洗,可溶性矿物质含量很少。测定风沙地、山地红壤、稻田土的 pH 和有机质,分别为 6.8、4.8、5.0 和 0.08%—0.603%、1.08%、1.40%。表 5 表明,风沙地土壤全 N 为 0.015%—0.024%、K 0.137%、Fe 0.894%、Ca 0.065%、Mg 0.056%、Na 0.037%,其他各种元素含量更低,所以在风沙地种植龙眼主要靠外界供给来补充土壤养分的严重不足。山地红壤由于 Al、Fe、Mn 含量过高,龙眼根部受毒害变褐色呈死腐状<sup>[3]</sup>,而风沙地则不发生此类现象。

### 3.4 不同类型龙眼园土壤化学元素含量的比较

测定风沙地龙眼园土壤中 23 种化学元素的含量,发现全部低于红壤山地果园(表 5)。与山地红壤相比,风沙地龙眼园表土上层(0—20cm)各元素分别只及山地表土上层(0—20cm)的,N 26.03%、K 37.84%、P 45.70%、Ca 36.72%、Mg 18.63%、Fe 27.40%、Zn 38.84%、Cu

18.18%、Mn 36.33%、Mo 16.28%、B 20.37%、Al 10.48%、Na 17.34%、Si 28.45%、Cd 13.02%、Pb 26.61%；风沙地龙眼园表土下层(20—40cm)只及山地红壤表土下层(20—40cm)的：N 65.06%、K 71.27%、P 32.95%、Ca 21.02%、Mg 34.02%、Fe 23.69%、Zn 31.61%、Cu 14.51%、Mn 24.34%、Mo 15.70%、B 40.66%、Al 10.93%、Na 17.30%、Si 23.19%、Cd 17.78%、Pb 84.84%。风沙地龙眼园经过耕作改土，土壤肥力迅速提高(表 6)。风沙地龙眼园土壤有效养分比荒沙滩土壤高：有机质高 37.96%、全 N 39.15%、水解 N 37.58%、速效性 P 48.13%、K 79.16%、Zn 75.51%、B 70.00%、Cu 75.26%。与山地红壤果园相比，风沙地龙眼园土壤有效养分只及山地红壤果园：有机质 62.03%、全 N 29.41%、水解 N 18.9%、P 35.15%、K 36.80%、Zn 97.03%、B 20.75%、Cu 90.48%。所以在风沙地种植龙眼，必须根据风沙地土壤贫瘠的特点，采取套种覆盖绿肥，改土培肥等技术措施，才能达到预期效果。

表 4 滨海风沙地土壤物理特性(长乐县)

Table 4 Physical properties of coastal sandy soil(Cheangle)

样地 Sites	物理性沙粒 (>0.01mm) (%)	物理性粘粒 (<0.01mm) (%)	比重 Specific weight	容重 Bulk density (g/cm <sup>3</sup> )	总孔隙度 Total porosity (%)	通气孔隙度 Aeration porosity (%)	田间持水量 Field moisture capacity (%)	土壤有效水 含量(%) Content of available water in soil
漳流荒沙滩地 Sandy wastland	93.33	6.67	2.59	1.53	41.04	34.48	12.26	8.29
漳流木麻黄沙地 The coastal sandy soil of <i>Casuarina equisetifolia</i>	92.20	7.80	2.57	1.45	43.65	35.23	13.50	9.32
漳流沙地龙眼园 Sandy soil longana orchard	92.11	7.89	2.53	1.38	45.45	36.78	14.36	10.19
青桥红壤山地龙眼园 Red soil longana orchard	13.40	86.60	2.83	1.51	46.80	22.11	28.70	15.31
青桥红壤山地 Red soil	9.20	90.80	2.89	1.56	46.02	22.01	29.32	15.00

### 3.5 风沙地龙眼园土壤微生物量和土壤酶活性

滨海风沙地龙眼园营养水平的提高与各种微生物的数量与土壤酶活性密切相关。表 7—8 说明，风沙地龙眼园土壤中微生物量和酶比荒沙滩地土壤高：真菌高 45.84%、细菌 51.40%、放线菌 37.25%、好气固氮菌 67.40%、厌气固氮菌 92.46%、消化细菌 45.83%、氨化细菌 49.32%、磷细菌 99.39%、转化酶 47.83%、脲酶 38.40%、脱氢酶 50.00%、过氧化氢酶 28.51%；风沙地龙眼园微生物量和土壤酶活性比山地红壤龙眼园低：真菌低 85.65%、细菌 91.32%、放线菌 87.55%、好气固氮菌 90.71%、厌气固氮菌 92.95%、消化细菌 36.85%、氨化细菌 95.33%、磷细菌 75.94%、转化酶 88.84%、脲酶 81.64%、脱氢酶 81.39%、过氧化物酶 81.48%。由此可见，风沙地龙眼园经过耕作改土，土壤微生物量和土壤酶活性有明显提高，加速了有机质分解和转化，提高了土壤肥力。这与亚热带红壤果园土壤熟化的研究结果基本是一致的<sup>[3,4]</sup>。

表 5 不同土壤类型及不同质地龙眼园土壤化学元素含量比较(μg/g)  
Table 5 Comparison on the content of chemical elements of different longana orchard and other soil types

土壤类型	Soil type	K	Mg	Fe	Al	N	P	Ca	Cu	Mn	Zn	B	Mo
长乐漳流风沙地	Sandy soil	1370.00	563.60	8940.00	4793.10	150.00	147.40	650.80	2.00	128.40	21.20	3.90	4.00
仙游红壤山地	Red soil	2410.00	7400.00	35750.00	51115.00	570.00	557.10	268.10	4.19	413.40	60.53	17.21	31.70
福州郊区稻田	Rice field soil	4530.00	1350.00	16670.00	45440.00	1720.00	803.40	2889.30	26.79	155.30	87.61	21.34	28.39
青桥红壤山地龙眼园	Red soil longana orchard	4757.00	3298.70	29576.00	39102.00	2190.00	533.70	1256.60	19.88	387.10	65.19	17.20	27.56
漳流风沙地龙眼园	Sandy soil longana orchard	2525.00	1687.00	32488.00	55193.00	730.00	751.70	2029.00	25.74	547.70	68.23	16.10	26.67
		1800.10	614.40	8404.40	4097.50	570.00	243.90	461.50	3.61	140.70	25.32	3.51	4.49
		1800.50	573.90	7629.50	3846.50	475.00	247.70	426.50	3.73	131.90	21.57	6.55	4.19
土壤类型	Soil type	Si	Co	Pb	Na	Cr	Sr	Ti	Cd	V	Se	Sn	Ni
长乐漳流风沙地	Sandy soil	53.43	2.90	2.80	37.30	8.50	4.00	106.00	2.30	8.30	41.90	12.40	-
仙游红壤山地	Red soil	550.30	10.56	105.70	59.42	21.41	4.93	186.30	12.50	37.72	311.10	756.58	-
福州郊区稻田	Rice field soil	359.40	9.03	162.50	329.60	40.05	21.55	260.60	10.97	13.78	277.10	699.30	-
青桥红壤山地龙眼园	Red soil longana orchard	495.30	20.97	108.60	132.00	49.43	9.88	902.60	14.47	81.52	-	9.88	19.04
漳流风沙地龙眼园	Sandy soil longana orchard	564.50	24.70	109.20	128.20	63.50	12.44	562.80	10.12	97.64	-	12.44	42.68
		140.90	3.79	23.47	22.89	12.14	2.68	64.75	1.88	9.87	-	2.68	10.75
		130.90	3.56	20.84	22.18	11.17	2.60	55.95	1.20	8.94	-	2.60	9.78

表 6 风沙地与红壤山地龙眼园土壤有效养分比较 (长乐县)

Table 6 Comparison on effective nutrient between sandy soil with red soil orchard (Changle)

土壤类型 Soil type	pH	有机质 (%) Organic matter	全 N (%) Total N	水解 N (mg/100g) Hydro- lyzable N	速效 P ( $\mu\text{g/g}$ ) Avai- lable P	速效 K ( $\mu\text{g/g}$ ) Avai- lable K	有效 Zn ( $\mu\text{g/g}$ ) Avai- lable Zn	有效 B ( $\mu\text{g/g}$ ) Avai- lable B	有效 Cu ( $\mu\text{g/g}$ ) Avai- lable Cu
漳流荒沙滩土壤 (0—30cm) Sandy soil	6.6	0.603	0.0213	1.03	0.87	8.40	2.40	0.033	0.47
漳流沙滩龙眼园土壤 (0—30cm) Sandy soil longana orchard	6.9	0.972	0.035	1.65	1.87	40.30	9.80	0.11	1.90
青桥红壤山地龙眼园土壤 (0—30cm) Red soil longana Orchard	5.3	3.018	0.119	8.78	5.32	109.50	10.10	0.53	2.10

表 7 风沙地与红壤山地龙眼园土壤微生物状况 (长乐县)

Table 7 Conditions of soil microbes between sandy soil with red soil orchard (Changle)

微生物种数 Microbes species number		漳流滨海荒沙滩 土壤 (0—30cm) Sandy soil	漳流沙地龙眼园土壤 (0—30cm) Sandy soil longana orchard	青桥红壤山地龙眼 园土壤 (0—30cm) Red soil longana orchard
微生物区系的数量 (个/g. 土) Number of micobes	真菌 Fungi 细菌 Bacteria 放线菌 Actinomyces	$0.86 \times 10^2$ $237.9 \times 10^3$ $1.28 \times 10^2$	$1.25 \times 10^2$ $489.6 \times 10^3$ $2.04 \times 10^2$	$8.71 \times 10^1$ $5637.3 \times 10^3$ $16.39 \times 10^2$
固 N 微生物的数量 (个/g. 土) Number of azotmicrobes	好气固 N 菌 Aerobic azotobacter 厌氧固 N 菌 Anaerobic azotobacter	$1.03 \times 10^1$ $3.24 \times 10^2$	$3.16 \times 10^2$ $4.3 \times 10^3$	$3.14 \times 10^1$ $6.1 \times 10^1$
硝化细菌和氨化细菌 (个/g. 土) Nitrifying bacteria and ammonifiers bacteria	硝化细菌 Nitrifying bacteria 氨化细菌 Ammonifiers bacteria	1.3 $11.2 \times 10^1$	2.4 $22.1 \times 10^3$	3.8 $47.3 \times 10^4$
纤维分解菌占供试土 粒的百分比 (%) Percentage of fiber decomposing bacteria	细菌 Bacteria 真菌 Fungi 放线菌 Actinomyces	0 3.0 0	0.2 8.0 0.3	0.7 15.0 0.5
磷细菌的数量 (个/g. 土) Number of phosphobacteria	磷细菌 Phosphobacteria	$0.34 \times 10^2$	$0.56 \times 10^4$	$2.33 \times 10^4$

### 3.6 风沙地龙眼园土壤化学元素的季节性变化

滨海风沙地龙眼园根区土壤中 23 种化学元素含量,在一年四季中具有一定变化趋势。各种元素的含量冬季高夏季低,春秋季节介于中间(表 9)。比较 0—20cm 和 20—40cm 土层各种元素含量的差别,夏季 0—20cm 土层各元素含量均低于 20—40cm 土层,其他季节两土层间各元素含量高低变化不一。夏季土壤中各元素含量的这种变化,除了该季节根系正处于吸收高峰期带走大量元素外,可能与夏季多雨有一定关系,如 1984 年果区降雨量春夏秋冬分别为 219.6mm、588.0mm、429.1mm、76.8mm,雨水把表土层中的元素淋洗至 20—40cm 土层。

### 4 初步结论

漳流风沙地防护林内的果园年均气温比林外高 0.2℃,降雨量高 86.3mm,相对湿度高 1%,蒸发量低 283.1mm,风速减少 82.3%,日照时数少 54.3h,≥8 级大风林内为零,林外有 73d,降雨量季节变化明显且集中。可见木麻黄防护林是滨海风沙地种植果树成败的关键。木麻黄林能防风固沙<sup>[12]</sup>,使风沙地气象要素发生变化,果园生态趋利避害。

4.1 滨海风沙地龙眼园土壤物理性沙粒高达 92.11%—93.33%,通气孔隙度 34.48%—

36.78%，从质地和物理性状看，风沙地土壤结构性差，透水性强，持水性弱。但通气性良好，可满足龙眼菌根的好气要求。沙地疏松，可减少根系穿透土层的阻力。

表 8 风沙地与红壤山地龙眼园土壤酶活性比较

Table 8 Comparison on soil enzyme activity between sandy soil with red soil orchard

样地 Sites	转化酶葡萄糖 Glucan mg/g 土·24h Invertase	脲酶 NH <sub>4</sub> mg/g 土·h Urease	脱氢酶 μl/g 土·h Dehydrogenase	过氧化物酶没食子素 mg/g 土·hPurpur ogallinperoxidase
漳流荒沙滩地土壤 (0—30cm) Sandy soil	0.12	0.72	0.28	1.68
漳流沙地龙眼园土壤 (0—30) Sandy soil longana orchard	0.23	1.17	0.56	2.35
青桥红壤山地龙眼园土 壤 (0—30cm) Red soil longana orchard	2.06	6.37	3.01	12.69

表 9 漳流滨海风沙地龙眼园 1989—1991 年土壤化学元素季节变化 (μg/g)

Table 9 The seasonal changes of soil chemical elements of longana orchard in sandy soil of Zhangliu

元素 Elem- ents	春 季 Spring		夏 季 Summer		秋 季 Autumn		冬 季 Winter	
	0—20cm	20—40cm	0—20cm	20—40cm	0—20cm	20—40cm	0—20cm	20—40cm
N	640	603	435	480	504	580	678	703
K	1568.10	1568.10	1448.30	1448.30	1448.30	1568.10	1568.10	1568.30
P	225.60	202.70	175.93	195.40	223.40	205.40	243.90	247.70
Ca	355.10	306.00	204.30	451.60	397.60	337.40	461.50	426.50
Mg	543.50	599.40	321.60	611.80	526.60	648.00	614.40	573.90
Fe	5520.00	6012.00	3076.00	610.50	5469.00	6263.00	8104.00	7679.50
Zn	22.45	21.73	18.23	23.70	20.52	22.78	22.36	27.10
Cu	2.210	2.192	1.336	2.381	2.518	2.347	3.614	3.737
Mn	125.10	115.70	75.07	130.10	131.90	136.90	140.70	131.90
Mo	3.354	3.541	1.916	3.751	3.316	3.806	4.492	4.189
B	3.275	2.628	1.723	2.454	2.263	2.857	3.504	3.273
Al	3446.00	3902.00	1921.00	3846.00	3424.00	3865.00	4097.00	3846.50
Co	2.982	3.132	1.819	3.368	3.140	3.457	3.786	3.561
Ti	32.75	26.28	28.09	55.43	48.48	57.05	64.75	53.95
Na	17.71	18.52	10.99	18.11	14.86	20.35	22.89	22.13
Si	173.60	134.00	65.10	148.40	120.80	141.90	131.10	130.90
Cr	8.666	9.230	5.040	10.32	9.850	8.836	12.13	11.17
Ni	5.858	6.664	5.889	10.38	10.54	7.563	10.75	9.773
Cd	1.344	1.466	0.745	1.515	1.369	1.556	1.884	1.799
Sn	2.040	2.036	1.298	3.343	2.255	2.517	2.680	2.603
V	7.264	8.060	4.582	8.646	7.990	8.577	9.874	8.740
Pb	17.43	19.77	10.63	18.43	18.34	20.18	23.47	20.87
Sr	2.040	2.036	1.298	3.343	2.255	2.517	2.680	2.603

4.2 风沙地龙眼园地温变幅大，夏秋土表温度高，持续时间久。除夏秋季节地表温度过高，会使幼龄龙眼树的幼根枯死外，30—50cm 沙层温度却保持在龙眼根系生长最适的范围内，在冬季沙温也在 13—25℃ 范围内，所以风沙地龙眼根系发达，能周年生长。

4.3 风沙地土壤矿物质成分主要是石英，有机质贫乏，各种营养元素的含量比山地和稻田土壤都低，特别是 Al、Fe、Mn 含量比红壤山地和稻田分别低 80.68%、68.90%、90.63% 和 89.45%、64.36%、17.36%，龙眼根部的生长几乎没有出现像红壤山地根部受其浓度过高的毒害现象<sup>[5]</sup>。沙地微量元素含量也极贫乏，有效性 B 0.007—0.033 μg/g，Zn 2.40—4.50 μg/g，Cu 0.45—0.67 μg/g。根据沙地渗透性大，蓄水保肥力弱，肥力状况差的特点，在滨海风沙地

种植龙眼主要靠培肥改土以补充土壤养分的严重不足。

4.4 风沙地龙眼园经过耕作,增施有机肥、树盘盖草降温、土壤改良后有机质和 N 素有明显增加, P 和 K 含量有一定提高, Fe、Al、Na 含量下降;各种土壤微生物量增加 37.25%—99.39%,土壤酶活性增加 28.51%—50.00%。说明风沙地土壤营养水平的提高和有机质的分解转化与土壤微生物的数量和土壤酶活性有着密切的关系。

4.5 风沙地龙眼园土壤中的各种化学元素含量,在一年中的变化趋势是冬季高夏季低,春秋居中。不同土层化学元素的变化,夏季表土上层各种元素含量全部低于表土下层,其他季节没有明显的规律性,这可能与夏季雨量多、根系正处于吸收高峰期有关。

#### 参 考 文 献

- [1] 李来荣等. 红壤丘陵山地柑桔园土壤熟化问题的初步探讨. 生态学报, 1981, 1 (4): 299—306
- [2] 吴可红等. 红壤柑桔园土壤熟化与酶活性相关性的研究. 生态学报, 1989, 9 (2): 167—173
- [3] 庄伊美等. 红壤龙眼园土壤熟化及其与酶活性相关性. 福建农学院学报, 1989, 18 (增刊): 362—368
- [4] 庄伊美等. 红壤荔枝园土壤化学性状与酶活性相关性的研究. 热带地理, 1989, 9 (3): 249—256
- [5] 黄羌维, 陈由强. 龙眼幼龄园根区土壤养分研究. 土壤通报, 1992, 23 (2): 70—72
- [6] 黄羌维. 荔枝营养成分和产地环境条件的关系. 植物生理学通讯, 1987, (4): 36—39
- [7] Shoji Sato. ICP Information Newstier. 1982, (8): 143
- [8] Jarrell-Ash. ICAP-9000 Plasma spectrometer operator's manual, 1982.
- [9] 中国土壤学会农业化学专业委员会编. 土壤农业化学常规分析方法. 北京: 科学出版社, 1983, 15—169
- [10] 刘孝义编著. 土壤物理及化学改良研究法. 上海: 上海科学技术出版社, 1982, 2—53
- [11] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析. 上海: 上海科学出版社, 1980, 62—81
- [12] 李庆达等. 土壤分析法. 上海: 上海科学出版社, 1958, 181—185
- [13] 黄羌维, 陈由强. 滨海风沙地木麻黄的特性及根区养分的变化. 福建师范大学学报, 1990, 6 (1): 99—104

### STUDY ON THE PROPERTIES OF COASTAL SANDY SOIL IN *EUPHORIA LONGANA* PLANTATION

Huang Qiangwei Chen Youqiang

(Department of Biology, Fujian Normal University, Fuzhou, 350007)

Coastal sandy soil can not form an aggregate structure (physical sand 92.11%—93.33%). The soil is loose (aeration porosity 34.48%—36.78%) with sufficient O<sub>2</sub> for the growth of *Euphoria longana's* mycorrhiza. The high soil temperature with a wide variation in summer and autumn are harmful to the growth of the longana young roots. Covering the soil with straw and applying a proper irrigation will protect the young roots from a heat injury.

The sandy soil has a high permeability a low moisture holding capacity, a lack of organic matter (0.603%) and nutrient elements. The content of nutrients in the soil can be increased by cultivation and soil reclamation. The increase in soil nutrients are closely related to the quantity of *microbe* and the enzyme activity of the soil. The content of nutrient elements in winter is higher than that in summer. Furthermore, in summer, the content of soil nutrient elements is lower in a surface stratum than in a subsurface stratum because of abundant rainfall and frequent irrigation.

**Key words:** coastal sandy soil, *Euphoria longana*, soil microbes.