

# 三峡库区水稻田改种柑橘的立地条件及其改造技术研究

马 杰<sup>1,2</sup>, 刘 今朝<sup>2</sup>, 刘 涓<sup>1</sup>, 张仕超<sup>1</sup>, 魏朝富<sup>1</sup>

(1. 西南大学 农业部西南耕地保育重点实验室, 资源环境学院, 重庆 400715; 2. 重庆市农村土地整治中心, 重庆 400015)

**摘 要:**以重庆市万州区甘宁镇中屯、牌楼村柑橘园建设为例,通过对水稻田改种柑橘的立地条件(土壤层次、土壤养分、土壤厚度)及柑橘根系分布状况的调查分析,提出了水稻田改种柑橘的田块改造工程设计方案。结果表明:研究区土地利用类型以水田为主,坡度较为平缓,宜采用开沟做畦法,开挖柑橘定植的定植沟宽、深分别为 0.4 m 和 1.6 m,每隔 8 m 修建 1 条排水沟,2 条排水沟之间开挖箱沟 1 条,筑垄畦时,将开沟土壤及表层土壤回填放于柑橘定植的周围,形成 0.4 m 高的畦,使有效土层厚度达到 0.8 m;三峡库区水稻田改种柑橘的田块改造工程设计应结合当地坡度、土壤性质及柑橘根系分布状况综合分析,合理确定柑橘种植田块改造的各项参数。

**关键词:**三峡库区;柑橘;水稻田;立地条件;工程设计;改土

**中图分类号:**S 666.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)17-0163-07

三峡库区是我国柑橘栽培适宜区和优产区之一,库区内水田以紫色水稻土为主,研究表明,对于水稻田改种柑橘,存在犁地层阻水,容易引起排水不畅,造成柑橘烂根或死根现象<sup>[1-2]</sup>。另外,周鑫斌等<sup>[3]</sup>研究发现,三峡库区柑橘园土壤速效氮和速效磷缺乏严重,分别占到 72.4%和 41.7%,有效硼、有效锌、有效铁、有效锰缺失比例分别为 86.3%、37.9%、27.0%、20.3%。因此,为提升柑橘种植田块地力,满足柑橘生长需要,水稻田改种柑橘的田块改造工程应偏重于种植田块的改土设计。

目前,对于库区柑橘产业的研究较多,但主要集中在柑橘园土壤养分、灌溉及果实品质等方面<sup>[4-7]</sup>,虽然马杰等<sup>[8]</sup>对三峡库区旱地区柑橘园种植田块改造技术进行了研究,但对水稻田改种柑橘的田块改造研究较少。为此,该调查以重庆市万州区甘宁镇中屯、牌楼村柑橘园建设项目为例,基于区域自然资源和水土结构,从种植田块土壤特性及柑橘根系特点出发,研究设计出水稻田改种柑橘的田块改造设计方案,以完善库区内柑橘种植田块改造技术,为农业产业结构调整背景下的柑橘园建设提供实践依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区概况

万州区甘宁镇中屯、牌楼村地处重庆市万州区城区西南部,是柑橘最适宜生态区和三峡库区生态林柑橘基地重点建设区。位于东经 108°15'46"~108°17'55",北纬 30°38'02"~30°39'33",总面积 447.05 hm<sup>2</sup>。地貌类型为低丘,地势自东向西逐渐缓倾,海拔 253~585 m,主要土地利用类型为水田,坡度 6°以内区域占研究区面积的 91%(图 1)。该研究区属于亚热带季风湿润气候区,四季分明,气候温和,年平均气温 17.6℃,一年之中月温度以 1 月为最冷月,8 月为最热月。雨量充沛,年均降水量 1 293.3 mm,无霜期 320~330 d,热量资源丰富,日照条件较好,全年≥10℃积温 6 620.5℃,年日照时数 1 402.2 h,年均相对湿度 81%。

### 1.2 试验方法

外界环境与植株内部遗传是影响柑橘生长发育的两大因素,众多外界环境因子中,最主要的影响因子有地形、土壤、气候。由于种植田块设计与区域气候没有直接关系<sup>[9]</sup>,另外,该调查以水稻田改种柑橘的田块改造研究为主,91%的水田坡度级在 6°以内,地势较为平坦单一。因此,在研究柑橘种植田块改造时主要讨论土壤因素。同时,柑橘根系有收集养分和运输水分的作用,对柑橘树生长起着重要作用,根据 José 等<sup>[10]</sup>和 Noling<sup>[11]</sup>研究发现,柑橘根系发育受环境影响较大,其分布与土壤类型、土层厚度等有关。该调查同时对研究

**第一作者简介:**马杰(1986-),男,硕士,现主要从事土壤工程等研究工作。E-mail:pony312@qq.com.

**责任作者:**魏朝富(1962-),男,研究员,博士生导师,现主要从事土壤工程等研究工作。E-mail:496687261@qq.com.

**基金项目:**国家科技支撑计划资助项目(2013BAJ11B02)。

**收稿日期:**2014-05-19

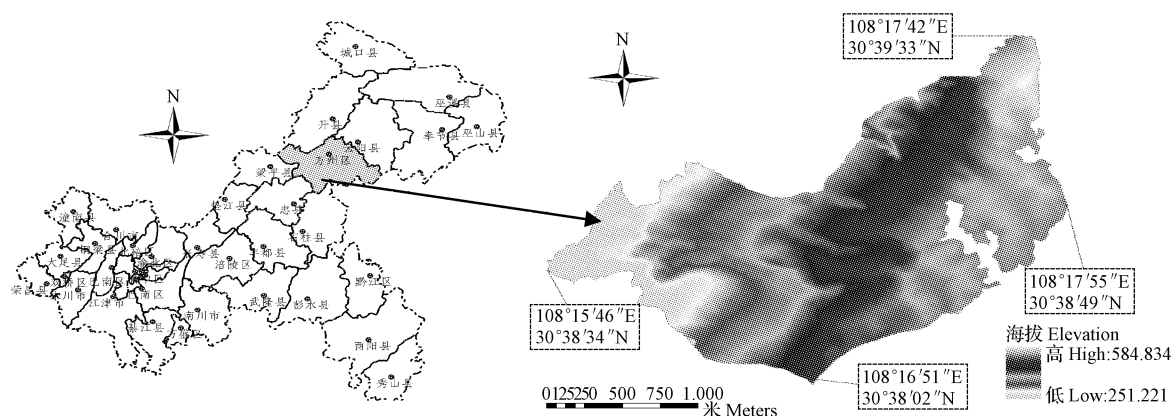


图1 研究区示意图

Fig. 1 The location of the study area

区柑橘根系分布状况进行分析,为柑橘种植田块设计提供相关参数。

1.2.1 土壤剖面 该调查按地形条件、土壤母质类型在研究区开挖了15个具有代表性的土壤剖面作为研究样点,开挖剖面规格长1.5 m、宽0.8 m、深1.0 m。开挖后记录剖面各土层分布厚度,并按土壤自然发生层次自下而上分层取样,每层取0.5~1 kg,去除与金属器皿接触过的土壤。将取回的土壤样品在室内自然风干,挑除如植物残渣、昆虫、石砾等土壤外侵人体,过1 mm

和0.25 mm尼龙筛,装瓶备用。对采集的土壤样品测定速效氮、速效磷、速效钾、有效硼、有效铜、有效锌、有效铁、有效锰的含量。速效氮用碱解扩散法;速效磷用Olsen法;速效钾用醋酸铵浸提火焰光度法;有效铜、有效锌、有效铁、有效锰用DTPA浸提原子吸收法;有效硼用热水浸提等离子光谱法。测定的样品数据与以往研究<sup>[12-14]</sup>提出的柑橘园各营养元素养分分级标准(表1)比照。

表1

柑橘园土壤养分分级标准

Table 1

Standard for classification of the soil nutrient status of citrus orchard

养分 Nutrient/(mg·kg <sup>-1</sup> )	极缺 Extreme deficiency	缺乏 Deficiency	适量 Optimum range	高量 High range	过量 Excess range
速效氮 Avail. N	<50	50~100	100~200	>200	—
速效磷 Avail. P	<5	5~15	15~80	>80	—
速效钾 Avail. K	<50	50~100	100~200	>200	—
有效铁 Avail. Fe	<5	5~10	10~20	20~50	>50
有效锰 Avail. Mn	<2	2~5	5~20	20~50	>50
有效铜 Avail. Cu	<0.3	0.3~0.5	0.5~1.0	1.0~2.0	>2
有效锌 Avail. Zn	<0.5	0.5~1.0	1.0~5.0	5.0~10.0	>10
有效硼 Avail. B	—	<0.5	0.5~1.0	—	—

1.2.2 根系分布调查 选取研究区10株6年生柑橘树作为研究对象,采取全根挖掘法,将根系尽可能完整的全部挖出。挖出后测定根系水平和垂直延伸范围,并按根系不同径阶分为0~2 mm、2~5 mm、>5 mm 3个等级,分别装入取样袋,做好标记,带回实验室统计。

## 2 结果与分析

### 2.1 水稻田柑橘园立地条件

2.1.1 土壤层次 该调查综合分析了土壤类型、土壤层次、土壤厚度、土壤紧实度及地形5个因子<sup>[15-16]</sup>。由表2可知,按水文层次划分土层<sup>[17]</sup>,研究区水稻田土壤类型包含潜育型水稻土、潜育型水稻土和淹育型水稻土3种,不同地形对紧实度没有影响,疏松土壤厚度约为表

层20 cm,20 cm以下的土壤都是紧实性土层。

2.1.2 土壤养分 通过对研究区不同土层元素有效态的分析。由表3可知,土壤速效氮、速效磷、速效钾、有效硼、有效铜、有效锌、有效铁和有效锰含量总体随土层深度增加而逐渐减少。

2.1.3 柑橘根系分布 通过对研究区10株6年生成熟柑橘根系水平和垂直分布状况调查(图2和表4)。结果表明,柑橘根系主要垂直分布在0~30 cm土层范围内,其数量占根系总数的77%;30~60 cm土层中根系相对较少,有17%根系分布在该层,>60 cm的土层中根系仅占6%,根系垂直分布量随着土层的增加而减少。从水平方向看,柑橘根系随着距中心主干距离的增加而减少,根系集中在距主干0~30 cm的水平距离中,该区域

根系数量占总量的 80%,而距主干 30~60 cm 的距离中根系分布很少,仅占总根系的 20%。

表 2 研究区实施坡地柑橘园建设的  
土壤土层厚度统计

Table 2 Statistic of soil thickness with  
each slope classification of the study area

剖面编号 Section No.	土壤类型 Soil types	土壤层次 Soil layers	土层厚度 Soil thickness /cm	紧实度 Tightness	地形 Topography
1		耕作层 A	20	疏松 Loose	浅丘中部
		初期潜育层 P	20	紧实 Tight	The middle of shallow hill
		潜育层 W	30		
2	淹育型水稻土 Submerged paddy soil	淹育层 A'	17	疏松 Loose	浅丘中部
		犁底层 Pb	20	紧实 Tight	The middle of shallow hill
		潜育层 W	30		
3		淹育层 A'	20	疏松 Loose	浅丘坡脚
		潜育层 W	35	紧实 Tight	The bottom of shallow hill
		淹育层 A'	20	疏松 Loose	浅丘坡脚
4		犁底层 Pb	20	紧实 Tight	The bottom of shallow hill
		母质层 R	30		
		淹育层 A'	25	疏松 Loose	浅丘坡脚
5		犁底层 Pb	10	紧实 Tight	The bottom of shallow hill
		母质层 R	30		
		淹育层 A'	20	疏松 Loose	浅丘坡脚
6		犁底层 Pb	18	紧实 Tight	The bottom of shallow hill
		母质层 R	35		
		淹育层 A'	25	疏松 Loose	浅丘坡脚
7	潜育型水稻土 Gley paddy soil	初期潜育层 P	15	紧实 Tight	The bottom of shallow hill
		潜育层 W	30		
		淹育层 A'	20	疏松 Loose	高丘底部
8		犁底层 Pb	40	紧实 Tight	The bottom of high hill
		母质层 R	30		
		淹育层 A'	20	疏松 Loose	丘陵顶部
9		初期潜育层 P	15	紧实 Tight	The top of hill
		底土层 C	30		
		淹育层 A'	20	疏松 Loose	冲沟台地
10		犁底层 Pb	10	紧实 Tight	Gully platform
		淹育层 A'	20	疏松 Loose	冲沟台地
11		初期潜育层 P	40	紧实 Tight	Gully platform
		淹育层 A'	20	疏松 Loose	高丘底部
12		潜育层 W	30	紧实 Tight	The bottom of high hill
		潜育层 G	30		
		淹育层 A'	20	疏松 Loose	浅丘坡脚
13	潜育型水稻土 Hydromorphic paddy soil	初期潜育层 P	30	紧实 Tight	The bottom of shallow hill
		母质层 R	20		
		淹育层 A'	20	疏松 Loose	浅丘坡脚
14		潜育层 G	40	紧实 Tight	The bottom of shallow hill
		耕作层 A	18	疏松 Loose	丘陵顶部
		初期潜育层 P	17	紧实 Tight	The top of hill
15		潜育层 W	30		

表 3 不同土层元素有效态基本特征

Table 3 Soil available elements within  
different soil horizons mg/kg

剖面 编号 Section No.	土壤层次 Soil layers	速效氮 Avail. N	速效磷 Avail. P	速效钾 Avail. K	有效硼 Avail. B	有效铜 Avail. Cu	有效锌 Avail. Zn	有效铁 Avail. Fe	有效锰 Avail. Mn
1	耕作层 A	113	3.1	60.1	0.364	1.45	0.511	14.5	44.5
	初期潜育层 P	69.7	4.1	57.4	0.565	1.17	0.394	5.05	15.1
	潜育层 W	106	0.26	67.9	0.621	1.21	0.341	2.28	11.4
2	淹育层 A'	132	16	43.6	0.149	1.03	2.16	203	40.7
	犁底层 Pb	45.4	1.8	30.6	0.203	0.685	0.328	5.7	15.8
	潜育层 W	55	0.09	25.7	0.111	0.205	0.248	4.43	17.8
3	淹育层 A'	93.6	6.56	108	0.788	2.09	0.439	190	64.6
	潜育层 W	57	2.81	89.4	0.0185	4.12	2.63	5.87	7.51
4	淹育层 A'	137	2.41	152	0.319	1.13	1.84	34.5	47.5
	犁底层 Pb	113	2.68	144	0.136	0.455	0.219	0.986	0.492
	母质层 R	34.7	1.83	103	0.0875	1.88	0.476	16.8	6.9
5	淹育层 A'	117	9.29	181	0.157	1.28	0.617	6.19	0.755
	犁底层 Pb	60.9	6.45	135	0.109	0.673	0.242	0.934	0.796
	母质层 R	39.1	3.53	129	0.125	0.526	0.233	0.583	0.499
6	淹育层 A'	152	11	116	0.428	1.61	2.17	83.9	22.1
	犁底层 Pb	50.1	2.31	64.4	0.052	0.553	0.286	1.56	0.7
	母质层 R	83	5.39	105	0.0514	0.182	0.407	1.28	1.14
7	淹育层 A'	122	7.32	105	0.17	2.24	0.605	6.78	1.77
	初期潜育层 P	71.5	2.23	107	0.146	1.62	0.513	2.19	2.27
	潜育层 W	60.7	2.53	114	0.138	1.14	0.432	1.82	2.48
8	淹育层 A'	92.2	4.06	110	0.166	0.907	1.47	34.7	37.3
	犁底层 Pb	53	2.72	84.8	0	1	0.37	3.47	4.98
	母质层 R	55.9	3.88	82.3	0	0.714	0.356	2.95	2.04
9	淹育层 A'	85.5	1.3	45.2	0	2.24	0.568	20	16.9
	初期潜育层 P	52.2	1.2	50.4	0	2.4	0.629	9.7	18.9
	底土层 C	28.6	2.8	37.7	0	0.289	1.05	4.37	4.45
10	淹育层 A'	86.3	3.3	66.4	0.214	2.05	0.264	11	6.17
	犁底层 Pb	69.2	3.3	68.5	0.123	2.24	0.179	8.21	3.35
11	淹育层 A'	156	9.4	87.4	0.107	0.286	0.205	0.429	2.82
	初期潜育层 P	130	6.7	84.4	0.0716	0.397	0.307	0.421	2.97
12	淹育层 A'	106	13	105	0.131	4.96	9.76	31.9	29.5
	潜育层 W	75.6	0.27	90.1	0.0816	1.48	0.819	12.9	26.2
	潜育层 G	73	1.7	64.9	0.0745	0.951	0.76	10.6	58.5
13	淹育层 A'	122	18	105	0.278	0.826	9.75	11.4	63.4
	初期潜育层 P	70.7	2.3	91.7	0.114	1.34	0.466	1.6	7.59
	母质层 R	46.9	1.2	77.3	0.0645	0.626	0.336	1.12	8.99
14	淹育层 A'	167	2.2	88.3	0.734	0.687	9.75	5.67	129
	潜育层 G	106	2.1	80.8	0.431	0.798	1.75	13.2	144
15	耕作层 A	84.5	11	62.1	0.0993	0.995	9.76	3.7	89.7
	初期潜育层 P	83	8.5	51.8	0.0634	0.901	1.76	2.56	88
	潜育层 W	36.2	4.3	49.5	0.145	1.74	0.434	6.82	36





图2 柑橘根系情况

Fig. 2 Root system of citrus

表 4

柑橘根系水平和垂直分布情况

Table 4

Horizontal and vertical distribution of root system of citrus

树龄 Tree-age	土层厚度 Soil thickness/cm	根径 Root diameter/mm	根系数量 Root number/条		小计 Total	百分率 Percentage/ %	
			距中心树干 0~30 cm 内				距中心树干 30~60 cm 内
			Range of 0~30 cm from the center of trunk	Range of 30~60 cm from the center of trunk			
6 年生 6-year-old	0~30	<2	35	10	45	77	
		2~5	24	5	29		
		>5	7	3	10		
	30~60	<2	9	2	11	17	
		2~5	4	1	5		
		>5	2	1	3		
		<2	3	0	3		
	>60	2~5	2	0	2	6	
		>5	1	0	1		
		合计 Total		87	22	109	100
百分率 Percentage/ %		80	20	100	—		

## 2.2 水稻田柑橘园种植田块改造设计

2.2.1 改土设计 通过对研究区土壤养分分析与 Emer 等<sup>[13]</sup>提出的柑橘园元素有效态分级标准比较,得出研究区土壤养分的丰缺情况。由表 5 可知,研究区土壤速效氮、速效磷、速效钾缺乏情况较为严重。其中耕作层速效氮、速效磷、速效钾“极缺”和“缺乏”的土壤分别占到了总量的 33.33%、86.67%、46.66%。对研究区微量元素而言,有效硼的“缺乏”占到总量的 86.67%以上,耕作层有效铜、有效锌、有效铁、有效锰丰缺并存,“极缺”和“缺乏”的土壤分别占到了总量的 6.67%、46.67%、33.33%、20.00%。“高量”和“过量”的土壤分别占到了总量的 66.66%、26.67%、40.00%、66.67%。因此,在进行改土时,应注意对“极缺”和“缺乏”土壤的改良,以满足柑橘生长需要。

2.2.2 种植田块设计 研究区由于水田多分布在河流两侧和山脚坡脚相对平缓处,微地形起伏变化小,沿河区域的水田地形平坦,91%在 6°以内,以现有田块为基础,设置田块长边方向大致沿等高线方向。这样的田块布置形式保证了较小的土地平整挖填方量,并扩大了种

植面积。种植田块的设计常采用 2 种方式,即定植穴法和开沟做畦法。定植穴法适合耕作层以下土壤透水性好的土壤,与之相比,开沟做畦法回避深挖犁底层等紧实土层,改为表层土壤平移,且排水量性能较好。另外,若采用定植穴改土,即要打穿表土层以下 0.6 m 的土层,才能满足 0.8 m 的有效土层厚度,而采用垄畦法改土,只需要开挖表土层以下 0.4 m 的土层,将大大减少工程量,所以该研究采用开沟做畦法。对于柑橘种植行距,唐玉琴等<sup>[4]</sup>研究表明,柑橘在水平梯田的种植行距宜为 4~6 m<sup>[18]</sup>,该调查取定植行距 5 m,沿着每条定植方向开挖定植沟。由于耕作层以下的是紧实的土层,而水稻田柑橘园的种植关键是排水,土层坚实影响柑橘根系生长和果树发育。因此,必须采取深翻或深松办法,局部打穿耕作层以下坚实的土层,降低土壤的坚硬度,使柑橘根系下伸,通气透水<sup>[19-22]</sup>。该调查通过对柑橘根系的分布调查,确定开挖柑橘定植沟宽、深分别为 1.6、0.6 m。其中,先将表土剥离 0.2 m 深,再开挖渗育层或犁底层的土壤约 0.4 m 深,将柑橘定植后先用渗育层或犁底层的土壤回填。其次,为保障柑橘稳产,还应加强能

同时有效排出田间地表水和土壤水的排水系统的统筹规划。综合区域地形情况,确定相邻排水沟之间距离为8 m,宽与深分别为 0.8 m 和 0.8 m,在相邻排水沟中间再开挖 1 条箱沟,其宽与深分别为 0.8 m 和 0.6 m。最后修

筑垄畦时,对于矿物养分缺乏的土壤加入适量矿物肥料,将表层土及定植沟开挖出土壤回填放于柑橘定植的周围,筑 0.2 m 高的畦,形成 0.8 m 耕作层土壤带,在畦面上种植柑橘(图 3)。

表 5 柑橘园土壤养分分级评价

Table 5 Standards for classification of the soil nutrient status of citrus orchard							%
养分 Nutrient/(mg · kg <sup>-1</sup> )	土壤层次 Soil layers	极缺 Extreme deficiency	缺乏 Deficiency	适量 Optimum range	高量 High range	过量 Excess range	
速效氮 Avail. N	A		33.33	66.67			
	P(b)	7.69	76.92	15.38			
	R(C)	38.46	46.15	15.38			
速效磷 Avail. P	A	40.00	46.67	13.33			
	P(b)	76.92	23.08				
	R(C)	92.31	7.69				
速效钾 Avail. K	A	13.33	33.33	53.33			
	P(b)	7.69	69.23	23.08			
	R(C)	23.08	46.15	30.77			
有效硼 Avail. B	A		86.67	13.33			
	P(b)		92.31	7.69			
	R(C)		92.31	7.69			
有效铜 Avail. Cu	A	6.67		26.67	33.33	33.33	
	P(b)		15.38	30.77	38.46	15.38	
	R(C)	23.08		38.46	30.77	7.69	
有效锌 Avail. Zn	A	20.00	26.67	26.67	26.67		
	P(b)	69.23	23.08	7.69			
	R(C)	69.23	7.69	23.08			
有效铁 Avail. Fe	A	13.33	20.00	26.67	20.00	20.00	
	P(b)	61.54	30.77	7.69			
	R(C)	61.54	15.38	23.08			
有效锰 Avail. Mn	A	13.33	6.67	13.33	40.00	26.67	
	P(b)	23.08	30.77	30.77	7.69	7.69	
	R(C)	15.38	23.08	38.46	7.69	15.38	

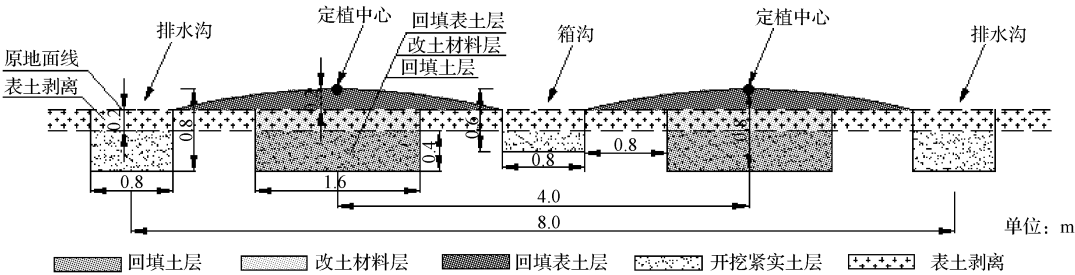


图 3 水稻田柑橘种植田块设计断面图

Fig. 3 The sectional drawing of ditching of soil improvement by means of ridge and furrow on paddy field

3 讨论

水稻田改种柑橘改土设计与土壤养分密切相关,而土壤养分的丰缺可能与原土地利用方式、田间管理措施、地形地貌等相关。朱波等<sup>[19]</sup>研究表明,对于库区内速效氮的缺乏,主要是由于紫色土土壤下伏透水性较弱,而氮肥施肥方式多为表施,导致氮肥易挥发和径流损失。因此,柑橘园应合理施用氮肥,开展测土配方和推荐施肥技术,同时采用开沟覆土,施用控释肥,有条件的可以采用灌溉施肥,以提高氮素利用率<sup>[3]</sup>。

对于速效磷的缺乏,可直接施入磷肥,柑橘能较好的吸收。吴强盛等<sup>[20]</sup>研究表明,柑橘根系着生有菌根,丛枝菌根真菌与柑橘共生能增强根系对水分、矿质营养特别是磷吸收。紫色土有效钾含量高于我国土壤平均值,但受不同坡度、地貌可能存在有效钾的缺乏<sup>[21]</sup>,或者由于田间长期的重氮、磷,轻钾肥,使得土壤处于钾亏缺状态,可采用施入等氮、磷、钾的复合肥(15-15-15),逐步提高柑橘种植田块地力。

对于研究区有效铜、有效锌、有效铁、有效锰丰缺并

存的现象,这可能与成土母质本身的含量高低有直接的关系<sup>[3]</sup>。缺乏有效铜、有效锌、有效铁、有效锰的区域,应根据柑橘长势适量配施相应肥料。另外,姜存仓等<sup>[22]</sup>研究表明,硼对柑橘生长发育起着重要作用,施硼肥能使柑橘增产 23.13%。所以,对于调查发现研究区大部分土壤严重缺少有效硼应引起重视,合理配施硼肥。

### 3.2 种植田块设计

水稻田改种柑橘种植田块改造与地形、土壤性质及柑橘根系分布状况有关。根据 Meng 等<sup>[23]</sup>研究表明,柑橘根系本身具有一定的水土保持作用,坡度对柑橘生长的限制作用较小,本着节约建园成本、不打破协调和谐的人地景观格局的原则,无需对水田进行大规模归并和石坎砌筑,柑橘园种植田块设计应以现有田块为基础,设置田块长边方向大致沿等高线方向,随弯就势布设,以减少土方挖方量。

开挖柑橘定植沟大小及合理确定种植密度将影响柑橘养分的吸收和代谢,根据 Bill 等<sup>[24]</sup>研究发现,柑橘根系绝大部分分布在距中心主干距离 0.6~0.75 m 的范围内和垂直分布在 0.3~0.45 m 的土层范围内,同时,根据 Brian 等<sup>[25]</sup>研究发现,佛罗里达州柑橘园建设,在 2 排定植沟之间应开挖 1 条排水沟,相邻排水沟之间距离在 6.7~8.5 m,这与该调查对柑橘根系分布的调查结果与综合区域地形确定的沟规格相符。

在柑橘种植田块的设计中,应进行充分的实地调查和资料的收集,在了解当地实际情况的前提下,因地制宜的进行田块平整。该调查以重庆市万州区甘宁镇中屯、牌楼村柑橘园建设项目为例,通过对柑橘立地条件分析,进行水稻田改种柑橘的种植田块改造设计,可以为三峡库区柑橘种植田块设计提供一定的理论依据,但是该研究在工程理论探讨和布局差异性分析方面还不够完善,具有一定的片面性,没有总结出库区内柑橘园田块设计的普遍规律,虽然提出了柑橘田块平整各项参数,但需进一步优化。

### 参考文献

- [1] 马杰,魏朝富.三峡库区生态柑橘园建设的工程技术[J].安徽农业科学,2011,39(26):15885-15887.
- [2] Wu W, Liu H B, Dai H L, et al. The management and planning of citrus orchards at a regional scale with GIS[J]. Precision Agriculture, 2011, 12(1): 44-54.
- [3] 周鑫斌,石孝均,孙彭寿,等.三峡重庆库区柑橘园土壤养分丰缺状

况研究[J].植物营养与肥料学报,2010,16(4):817-823.

- [4] 唐玉琴,彭良志,淳长品,等.红壤甜橙园土壤和叶片营养元素相关性分析[J].园艺学报,2013,40(4):623-632.
- [5] 淳长品,彭良志,江才伦,等.三峡库区部分柑桔园土壤营养状况的初步研究[J].中国南方果树,2009,38(2):1-6.
- [6] 罗雪峰,熊伟,杨灿芳,等.重庆三峡库区特色农业循环经济研究-以“猪-沼-橘”生态农业模式为例[J].中国生态农业学报,2010,18(2):405-409.
- [7] 聂琼,卢晓鹏,赵晓莉.水分胁迫下组荷尔脐橙和山下红温州蜜柑脱落酸合成及关键酶基因表达研究[J].果树学报,2013,30(3):348-353.
- [8] 马杰,刘涓,魏朝富.三峡库区柑橘园种植田块立地条件及其改造工程设计[J].西南大学学报(自然科学版),2013,15(3):124-132.
- [9] 何天富.柑橘学[M].北京:中国农业出版社,1999.
- [10] José A J, Wije B, Larry R P, et al. Citrus root distribution under water stress grown in sandy soil of central Florida[J]. Eng Agric, 2012, 32(6):1109-1115.
- [11] Noling J W. Citrus Root Growth and Soil Pest Management Practices [R]. University of Florida IFAS Extension, 2012:1-6.
- [12] 庄伊美.柑橘营养与施肥[M].北京:中国农业出版社,1994:270-281.
- [13] Emer Y, Cohen A, Magen H. Fertilizing for high yield citrus[M]. Basel, Switzerland: International Potash Institute, 1999:31-35.
- [14] 鲁剑巍,陈防,王富华,等.湖北省柑橘园土壤养分分级研究[J].植物营养与肥料学报,2002,8(4):390-394.
- [15] 范玉芳,罗有进,魏朝富.西南丘陵区坡耕地水平梯田工程设计分析[J].山地学报,2010,28(5):560-565.
- [16] 周静,崔健,梁家妮.土壤水分对柑橘叶片生长及多胺代谢的影响[J].土壤,2009,41(5):796-800.
- [17] 林大仪.土壤学[M].2版.北京:中国林业出版社,2011.
- [18] 彭良志.柑橘园建设与维护[M].重庆:重庆出版社,2007.
- [19] 朱波,汪涛,况福虹.紫色土坡耕地硝酸盐淋失特征[J].环境科学学报,2008,28(3):525-533.
- [20] 吴强盛,夏仁学,邹英宁.柑橘丛枝菌根真菌生长与根际有效磷和磷酸酶活性的相关性[J].应用生态学报,2006,17(4):685-689.
- [21] 唐将,李勇,邓富银.三峡库区土壤营养元素分布特征研究[J].土壤学报,2005,42(3):473-477.
- [22] 姜存仓,王运,刘桂东,等.赣南脐橙叶片黄化及施硼效应研究[J].植物营养与肥料学报,2009,15(3):656-661.
- [23] Meng Q H, Fu B J, Yang L Z. Effects of land use on soil erosion and nutrient loss in the three gorges reservoir area, China[J]. Soil Use and Management, 2011, 17:288-291.
- [24] Bill C, Mace B, Brian B, et al. Some practical matters related to rivierra soil, depth to clay, water table, soil organic matter, and swinglectrumelo root systems[R]. University of Florida IFAS Extension, 2011:1-6.
- [25] Brian B, Dave T. Drainage systems for flatwoods citrus in florida[R]. University of Florida IFAS Extension, 2012:1-12.

## Study on Site Conditions and Engineering Design of Citrus Orchard's Planting Field in Paddy Field in Three Gorges Area

MA Jie<sup>1,2</sup>, LIU Jin-zhao<sup>2</sup>, LIU Juan<sup>1</sup>, ZHANG Shi-chao<sup>1</sup>, WEI Chao-fu<sup>1</sup>

(1. Key Laboratory of Arable Land Conservation in Southwest China, Ministry of Agriculture, College of Resources and Environment, Southwest University, Chongqing 400715; 2. Chongqing Rural Land Arrangement Center, Chongqing 400015)



# 不同肥力下钾肥施用量对循化地膜线辣椒产量及品质影响

韩德强

(青海省循化县农业技术推广中心, 青海 循化 811100)

**摘要:**以循化线辣椒为试材,在青海省循化县选择高、中、低地块采用单因素试验,研究了施用  $K_2O$  45、90、125、135、180、270  $kg/hm^2$  (以不施肥为对照) 不同钾肥施用水平对循化线辣椒产量和品质的影响。结果表明:同一辣椒品种在同一肥力水平下,增施钾肥对生育期长短影响不大,同一辣椒品种在肥力条件高的地块生育期长,而在瘠薄地块生育期短;同一辣椒品种的红果率、鲜果辣椒素含量和鲜果维生素 C 含量随着栽培土壤肥力的提高而降低;施钾量在一定范围内可以显著提高辣椒的红果率,增加鲜果辣椒素含量和鲜果维生素 C 含量;在高肥力条件下施钾量在 45  $kg/hm^2$  时,中肥力条件下施钾量在 180  $kg/hm^2$  时,低肥力条件下施钾量在 90  $kg/hm^2$  时,线辣椒的鲜果产量最高、纯收入最大。

**关键词:**肥力水平;钾肥;线辣椒;品质;产量;纯收入

**中图分类号:**S 641.3 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2014)17-0169-03

辣椒(*Capsicum annuum* L.)属茄科辣椒属一年生或有限多年生草本植物,又名辣子、青椒、菜椒、番椒、秦椒、辣角等,是我国人们喜爱的蔬菜和调味品,营养价值高,尤其富含维生素 C<sup>[1]</sup>。循化线辣椒是当地群众在长期的栽培生产过程中,培育出的特有农家品种,因其色红、肉厚、味香、椒长、籽粒含油率高、品质好而久负盛名<sup>[2]</sup>,且具有香而不辣的口味而闻名省内外<sup>[3]</sup>。青海省昼夜温差大,光照强,病虫害发生少,无工业和水源等污染,是无公害线辣椒的适宜种植区<sup>[4]</sup>。地膜覆盖栽培是提高作物产量的重要措施<sup>[5]</sup>,目前,循化线辣椒的地膜栽培达到了 95% 以上。但近年来,辣椒生产中重氮、磷肥、轻

钾肥的现象比较严重,特别是大量施用化学氮肥,造成土壤中养分比例不协调,致使辣椒产量和品质下降,同时还导致肥效降低,环境污染<sup>[6-8]</sup>。钾素的丰缺与植物叶片结构、水分等状况密切相关,钾还能提高作物对氮、磷的吸收和利用<sup>[9-10]</sup>,合理增施钾肥可显著提高作物产量、改善品质,增强抗病能力<sup>[11]</sup>。该试验通过研究不同地力条件下、在传统施肥的基础上施用不同钾肥的量对循化线辣椒产量和品质的影响,为循化县的地膜线辣椒栽培技术的改进提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验于 2011 年 11 月至 2012 年 11 月在循化县进行。试验地海拔 1 850 m,年日照时数 2 685 h,年均气温 8.7℃,年均降水量 264.4 mm,耕地为河谷台地水浇地,土壤类型为灰钙土,质地为砂壤,土壤肥力均匀。试验

**作者简介:**韩德强(1970-),男,撒拉族,农艺师,现主要从事农业技术推广等工作。E-mail:qhxxhdq@sina.com。

**基金项目:**青海省科技攻关资助项目(2005-N-156)。

**收稿日期:**2014-04-17

**Abstract:** Through investigating soil layers, soil nutrient, soil thickness and distribution of citrus root, engineering design of citrus orchard's planting field in paddy field in Ganning Town, Wanzhou County of Chongqing were discussed. The results showed that paddy field was the main land using type and the slope was gentle in the study area, ditching of soil improvement by means of ridge and furrow should be adopted in paddy field. Digging of planting furrow width and depth were 0.4 m and 1.6 m, respectively, with the drainage ditch was built in every 8 m. The field drain was built between two drainage ditch, and then backfill soil of digging and surface soil around the planting furrow, in order to made 0.4 m ridge reach and 0.8 m soil thickness. According to the slope, soil properties and citrus roots, the engineering design of planting field of citrus orchard in paddy field should determine the parameters rationally.

**Keywords:** three gorges area; citrus; paddy field; site conditions; engineering design; soil improvement