

喀斯特地区金刺梨种植基地土壤肥力研究

杨皓^{1,2}, 胡继伟^{1,2}, 黄先飞², 范明毅², 李婕羚^{1,2}

(1. 贵州师范大学 中国南方喀斯特研究院, 贵阳 550001;

2. 贵州师范大学 贵州省山地环境信息系统与生态保护重点实验室, 贵阳 550001)

摘要:土壤肥力是农业持续发展的基础, 探明贵州喀斯特山区金刺梨种植基地土壤肥力的丰缺现状, 可为科学施肥提供参考依据。根据改进后的内梅罗综合指数法, 对喀斯特地区两个金刺梨种植基地土壤肥力进行研究, 选取与土壤肥力关系密切的 pH 值、有机质、全氮、全磷、全钾、水解氮、有效磷、速效钾 8 个指标, 分析土壤养分的基本情况, 参照全国第二次土壤普查分级标准对土壤肥力进行综合评价与因子分析。结果表明: 喀斯特地区金刺梨种植基地土壤综合肥力系数变幅为 1.16~2.23, 平坝县金刺梨土壤综合肥力要好于乌当区金刺梨土壤综合肥力, 其中乌当区金刺梨土壤全部处于肥力等级 3 级水平, 属一般肥力水平; 而平坝县土壤中, 除了采样点 p_2 、 p_3 属于肥力等级 3 级水平, 土壤肥力为一般外, 其他采样点的土壤肥力等级均属肥沃水平。土壤钾素与磷素的缺乏可能成为喀斯特地区金刺梨种植基地土壤质量提高的限制性因素, 需有针对性地补充含磷素和钾素的有机肥料。因子分析结果显示全磷、有效磷、速效钾、pH 值对喀斯特地区金刺梨种植基地的土壤肥力有重要的影响, 采用改进后的内梅罗综合指数法与因子分析的结果较吻合。

关键词:金刺梨; 土壤肥力; 内梅罗综合指数法; 喀斯特; 评价

中图分类号: S158.2

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2015)03-0050-06

Study on Soil Fertility of *Rosa sterilis* S. D. Shi Planting Bases Located in Karst Areas

YANG Hao^{1,2}, HU Jiwei^{1,2}, HUANG Xianfei², FAN Mingyi², LI Jiuling^{1,2}

(1. Institute of South China Karst, Guizhou Normal University,

Guiyang 550001, China; 2. Guizhou Provincial Key Laboratory of Information System of

Mountainous Areas and Protection of Ecological Environment, Guizhou Normal University, Guiyang 550001, China)

Abstract: Soil fertility is normally considered as the basis of sustainable development of agriculture. The gain and loss of soil fertility for the *Rosa sterilis* S. D. Shi planting bases located in Karst areas of Guizhou Province was investigated to provide the basis for reasonable fertilization. The soil fertility of the *Rosa sterilis* S. D. Shi planting bases in Karst areas was assessed with the modified Nemerow synthesis index. Eight soil indicators, including pH, soil organic matter, total nitrogen, phosphorus and potassium, available nitrogen, phosphorus and potassium, were selected to grade soils. Comprehensive evaluation and factor analysis were also conducted to study soil fertility based on the Second National Soil Census Classification Standard. The results showed that the variation coefficient of soil fertility for the *Rosa sterilis* S. D. Shi planting bases was between 1.16 and 2.23. The soil fertility in Pinba County is better than in Wudang District. The soil fertility for the *Rosa sterilis* S. D. Shi is in grade 3 in Wudang District, which belongs to general degree. Except the soil samples from p_2 and p_3 which belong to grade 3, the soil fertility for the *Rosa sterilis* S. D. Shi belongs to the fertile degree at the other sample sites of Pinba County. Lack of soil phosphorus and potassium may be the main restrictive factors for the improvement of soil quality from *Rosa sterilis* S. D. Shi planting bases in Karst areas. The organic fertilizer containing abundant phosphorus and potassium should be used to improve soil quality in Karst areas. Factor analysis shows that total phosphorus, available phosphorus and potassium have the significant impacts on the soil fertility for these planting bases. The results from the modified Nem-

erow synthesis index method are in agreement with those from the factor analysis.

Keywords: *Rosa sterilis* S. D. Shi ; soil fertility; Nemerow synthesis index method; Karst; evaluation

金刺梨(*Rosa sterilis* S. D. Shi)亦被称为无籽刺梨、无子刺梨,为蔷薇科植物无籽刺梨的果实,在形态学和遗传多样性方面与普通刺梨差异明显。1985 年由贵州省植物园的时圣德先生首次发表,因其果皮金黄少刺,几无单宁,口感较好,故得名^[1]。金刺梨果树环境适应力强,亩产高,果期也较长,其果实营养丰富,含糖量高,富含多种维生素、氨基酸和微量元素。除鲜食外,还可以提取有效成分开发为果酒、果汁、果脯等食品以及化妆品和医疗保健品,具有很高的药食利用开发价值^[2]。贵州喀斯特地区位于全球著名的三大连片喀斯特发育区之一的东亚片区中心,丰富的碳酸盐岩具有易淋溶、成土慢等特点,再加上山高坡陡、气候温暖、雨水丰沛且集中,使土壤营养流失较快^[3],土壤肥力一般。由于金刺梨为近年来新发现的种质,其基础研究还比较薄弱,国内目前对金刺梨的研究主要针对其形态学特征、扦插育苗与组培快繁、香气成分分析、抗白粉病及药理特性等方面,但关于金刺梨果园的土壤肥力研究目前却鲜有报道^[4]。而土壤肥力却对作物的生产潜力与品质有直接影响,因此,本文通过采集喀斯特地区典型金刺梨种植基地表层土壤,对土壤养分与影响因素进行评价研究,旨在指导喀斯特环境中金刺梨果园科学施肥提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

贵州喀斯特地区山岭纵横,地表崎岖,俗有“地无三里平”之说,相对海拔 500~2 000 m。贵州喀斯特发育广泛,地貌多样,且表现出水平分布的条带性和

垂直分布上的多层性。由于特殊的喀斯特地质地貌格局、土壤成土母质条件的特殊性,不同地区的土壤环境差异明显。自 2006 年金刺梨果树开始在贵州安顺地区示范推广,根据金刺梨种植基地的区域位置、面积大小、土壤类型、树体年龄与长势等特点,分别选择贵阳市乌当区和安顺市平坝县的金刺梨种植基地土壤作为研究对象。依据中国岩溶地貌图集^[5],研究区位于黔中地区,属于岩溶高原与丘陵地貌,也属于国家科技部划定的石漠化工程治理县市,气候均属亚热带高原季风湿润气候,地带性土壤为黄壤。研究区的选择具有典型性与代表性。首先,根据金刺梨的种植年限不同,选择了不同的种植基地——平坝县(7~8 a)、乌当区(3~4 a)。其次,选定的研究区分布在贵州喀斯特地区的不同区域,生态与地理环境条件均不同,乌当研究区为丘陵山地,平坝研究区为高原台地。最后,选择的研究区长势较好并初具规模,且考虑到了人工种植的较早产地(平坝县)和近年发展较好的产地(乌当区)代表贵州喀斯特地区主要种植基地的一般情况(表 1)。

1.2 样品采集

于 2014 年 7 月在选定的采样地,依照相关采样方法^[6],根据采样地面积、地形、作物的长势等特点,按“S”形布点方法,运用 GPS 定位每个采样点的位置,采取分层随机抽样布点法确定采样点数并编号,分别随机采取共 5~10 个土样,采样深度约为 0~40 cm,混合均匀后按四分法各取 1 kg 带回实验室自然风干,在室内剔除石块、植物根茎等杂质,用玛瑙研钵研磨,并过 0.149 mm 的土壤筛,供分析测试^[7]。

表 1 研究区自然地理概况与金刺梨生长条件对比

研究区	经纬度	海拔/ m	地层	岩性	年均温/ ℃	年降 雨量/mm	无霜 期/d	植被土壤区
乌当区	26°45'N 106°58'E	1090	龙潭组	石灰岩	15.0	1178	265	中亚热带常绿阔叶林红、黄壤地带
平坝县	26°28'N 106°17'E	1300	三桥组	石灰岩	14.7	1298	273	中亚热带常绿阔叶林红、黄壤地带
金刺梨 生长条件	18°28'—34°34'N 100°0'—122°0'E	500~1300	—	—	14~21	800~2000	230~360	—

1.3 样品分析

测定项目包括土壤 pH 值、有机质、全氮、全磷、全钾、水解氮、有效磷、速效钾 8 个指标,测定土壤 pH 值采用玻璃电极法(水土比为 5:1),测定有机质含量采用重铬酸钾氧化—外加热法,测定土壤全氮采用半微量凯氏定氮法,土壤全钾的测定采用氢

氧化钠熔融—火焰光度计法,土壤全磷的测定采用 HClO₄—H₂SO₄ 法—钼锑抗比色法,测定土壤水解氮、有效磷、速效钾分别采用碱性扩散法、0.5 mol/L 碳酸氢钠浸提—钼锑比色法、0.1 mol/L 乙酸铵浸提—火焰光度法。样品的测定均做平行测定和空白试验。

1.4 评价方法

采用改进后的内梅罗综合指数法进行综合评价^[8],选取了 pH 值、有机质、全氮、全磷、全钾、水解氮、有效磷、速效钾 8 个指标作为参比项综合反映土壤的肥力状况。首先,对上述参数进行标准化处理,以消除各参数间量纲的差别。计算公式如下:

$$\begin{cases} p_i = c_i / x_a & (p_i \leq 1) & c_i \leq x_a \\ p_i = 1 + \frac{c_i - x_a}{x_c - x_a} & (1 < p_i \leq 2) & x_a < c_i \leq x_c \\ p_i = 2 + \frac{c_i - x_c}{x_p - x_c} & (2 < p_i \leq 3) & x_c < c_i \leq x_p \\ p_i = 3 & x_i > x_p \end{cases} \quad (1)$$

式中: p_i ——分肥力系数; c_i ——该属性测定值。分级标准值(x_a, x_c, x_p)(表 2)主要参照第二次全国土壤普查标准(表 3),此外,土壤 pH 分标准值的确定参考了前人的研究^[9],当刺梨土壤的最适范围为 pH

值 5.5~6.5 的微酸性土壤时, $p_i=3$;pH 值分别为 4.5~5.4,6.6~7.5 适宜范围时, $p_i=2$;pH 值为 <4.5,>7.5 不适范围时, $p_i=1$ 。该方法使同一参数间的可比性较强,且同一级别各属性的分肥力系数比较接近,可比性高,当测定值超过好的标准时,分肥力系数不再提高,反映出作物对土壤属性的要求不是越高越好的实际^[10]。

表 2 土壤各属性的分级标准值

土壤属性	x_a	x_c	x_p
全氮/(g·kg ⁻¹)	0.75	1.50	2.00
有机质/(g·kg ⁻¹)	10.00	20.00	30.00
全磷/(g·kg ⁻¹)	0.40	0.60	1.00
全钾/(g·kg ⁻¹)	5.00	20.00	25.00
水解氮/(mg·kg ⁻¹)	60.00	120.00	150.00
有效磷/(mg·kg ⁻¹)	5.00	10.00	20.00
速效钾/(mg·kg ⁻¹)	50.00	100.00	200.00

表 3 全国第二次土壤普查分级标准

级别	有机质/ (g·kg ⁻¹)	全氮/ (g·kg ⁻¹)	全磷/ (g·kg ⁻¹)	全钾/ (g·kg ⁻¹)	水解氮/ (mg·kg ⁻¹)	有效磷/ (mg·kg ⁻¹)	速效钾/ (mg·kg ⁻¹)	备注
1	>40	>2	>1	>25	>150	>40	>200	很高
2	30~40	1.5~2	0.8~1	20~25	120~150	20~40	150~200	高
3	20~30	1~1.5	0.6~0.8	15~20	90~120	10~20	100~150	中上
4	10~20	0.75~1	0.4~0.6	10~15	60~90	5~10	50~100	中下
5	6~10	0.5~0.75	0.2~0.4	5~10	30~60	3~5	30~50	低
6	<6	<0.5	<0.2	<5	<30	<3	<30	很低

采用改进后的内梅罗公式加以计算:

$$p = \sqrt{\frac{(p_{i\text{平均}})^2 + (p_{i\text{最小}})^2}{2}} \cdot \left(\frac{n-1}{n}\right) \quad (2)$$

式中: p ——土壤综合肥力; $p_{i\text{平均}}, p_{i\text{最小}}$ ——土壤各属性分肥力系数中的平均值和最小值; n ——参评的土壤指标个数。上式用 $p_{i\text{最小}}$ 代替了原内梅罗公式中的 $p_{i\text{最大}}$,加上修正项 $(n-1)/n$,该式一方面突出了土壤属性中最差一个对肥力的影响,另一方面增加了修正项之后,其评价结果的可信度增加。根据内梅罗公式求得的土壤肥力系数,并将土壤进行肥力分级(表 4)。

表 4 土壤综合肥力等级

肥力等级	I 级 (很肥沃)	II 级 (肥沃)	III 级 (一般)	IV 级 (瘦瘠)
肥力系数范围	≥ 2.70	2.70~1.80	1.80~0.90	<0.90

1.5 数据分析

利用 Excel 2003 和 SPSS 19.0 统计软件对试验数据进行统计分析和因子分析。

2 结果与分析

2.1 喀斯特地区金刺梨种植基地土壤基本情况

已选定的样地基本情况如表 5 所示,喀斯特地区

两个金刺梨种植基地土壤肥力状况不平衡,差异较明显。总体来看,乌当区和平坝县两地的全氮含量均很丰富,达到了全国第二次土壤普查养分 2 级标准(表 3),土壤供氮能力较高,应注意平衡土壤控氮与保氮的关系,因为植物在含氮量大于其所需要的氮含量的土壤条件时,由于元素过量,会使植物抗倒伏能力下降,易患虫害。两地全氮含量的变异系数(CV)分别为 38%,27%,属于低等变异。两地的有机质含量均值分别为 23.28,24.34 g/kg,总体上都属于中上水平,但低于贵州省第二次土壤普查结果(均值 38.7 g/kg)^[11]。土壤全磷的变幅分别为 0.22~0.41,0.52~0.70 g/kg,均值为 0.31,0.59 g/kg,分别处于中下及较低水平,显示出金刺梨种植基地土壤全磷养分的不足。土壤全钾养分分别为 8.21,10.78 g/kg,对比全国第二次土壤普查分级标准,处于低到中下水平,存在土壤缺钾问题。

在土壤的有效养分方面,两地的水解氮含量十分丰富,而土壤的有效磷含量,两地的差异比较大,乌当区的均值为 3.8 mg/kg,平坝县的均值为 24.09 mg/kg,相差 7~8 倍,乌当区金刺梨种植基地有效磷养分较为缺乏,应注意补施磷肥;速效钾含量均值分

别为 29.6,49.75 mg/kg,土壤速效钾养分不足,处于较低与中下水平。两地的 pH 值总体上处于现有文献^[9,12]所确定的刺梨土壤生长的适宜范围之内(5.5~6.5),分别为 5.46,6.41,其中乌当区金刺梨种植

基地 pH 均值稍微低于贵州省土壤环境背景值(均值 6.2),而平坝县土壤略高于贵州省土壤环境背景值^[13]。土壤缺钾、缺磷问题可能成为喀斯特地区金刺梨种植基地土壤主要胁迫因素。

表 5 喀斯特地区金刺梨种植基地土壤描述性统计量

乌当区					平坝县				
指标	范围	均值	标准差	CV	指标	范围	均值	标准差	CV
全氮	0.93~2.18	1.52	0.58	38	全氮	0.92~2.36	1.78	0.49	27
有机质	16.73~34.68	23.28	7.19	31	有机质	19.15~32.91	24.34	5.13	21
全磷	0.22~0.41	0.31	0.08	25	全磷	0.52~0.70	0.59	0.06	10
全钾	5.79~11.18	8.21	2.60	32	全钾	6.85~13.92	10.78	2.90	27
水解氮	124.45~192.19	149.23	30.61	21	水解氮	149.17~183.93	171.46	11.72	7
有效磷	3.26~5.22	3.80	0.82	22	有效磷	10.61~36.52	24.09	8.37	35
速效钾	23.30~35.34	29.60	5.31	18	速效钾	38.54~78.30	49.75	13.16	26
pH	5.24~5.71	5.46	0.21	4	pH	6.02~6.84	6.41	0.31	5

注:全氮、有机质、全磷和全钾的单位为 g/kg;水解氮、有效磷和速效钾的单位为 mg/kg;CV 的单位为 %。

2.2 喀斯特地区金刺梨种植基地土壤肥力综合评价

土壤肥力水平是土壤众多指标综合作用的结果,在气候环境与农业技术水平相对接近的地理区域内,土壤的肥力质量是影响土壤质量与作物长势的重要

因素^[14],而喀斯特地区表现得尤为明显。因此,选取土壤 pH 值、有机质、全氮、全磷、全钾、水解氮、有效磷、速效钾 8 个指标对喀斯特地区两个金刺梨种植基地土壤肥力进行定量化的综合评价,结果见表 6。

表 6 喀斯特地区金刺梨种植基地土壤肥力内梅罗综合指数

采样点	全氮/ (g·kg ⁻¹)	有机质/ (g·kg ⁻¹)	全磷/ (g·kg ⁻¹)	全钾/ (g·kg ⁻¹)	水解氮/ (mg·kg ⁻¹)	有效磷/ (mg·kg ⁻¹)	速效钾/ (mg·kg ⁻¹)	pH	平均分肥 力系数	综合肥 力系数	肥力 等级
w ₁	1.51	1.67	0.63	1.07	2.15	0.65	0.52	2.00	1.27	1.16	Ⅲ
w ₂	1.69	1.79	0.55	1.41	2.22	0.77	0.47	2.00	1.36	1.23	Ⅲ
w ₃	3.00	2.19	1.03	1.05	3.00	1.04	0.69	3.00	1.88	1.70	Ⅲ
w ₄	3.00	3.00	0.93	1.15	3.00	0.67	0.58	3.00	1.92	1.71	Ⅲ
w ₅	1.24	2.89	0.80	1.39	2.40	0.67	0.71	3.00	1.64	1.49	Ⅲ
p ₁	3.00	2.52	1.35	1.49	3.00	3.00	0.77	3.00	2.27	2.04	Ⅱ
p ₂	3.00	2.89	2.00	1.51	3.00	3.00	1.57	3.00	2.50	1.61	Ⅲ
p ₃	2.20	2.44	1.60	1.34	3.00	2.06	0.83	2.00	1.93	1.77	Ⅲ
p ₄	1.23	2.49	1.90	1.12	2.97	2.91	0.93	3.00	2.07	1.90	Ⅱ
p ₅	2.00	1.92	1.90	1.52	3.00	3.00	0.97	3.00	2.16	1.99	Ⅱ
p ₆	2.82	1.95	2.08	1.12	3.00	3.00	0.98	2.00	2.12	1.95	Ⅱ
p ₇	3.00	3.00	2.25	1.59	3.00	3.00	0.92	3.00	2.47	2.23	Ⅱ

可见,喀斯特地区金刺梨种植基地土壤综合肥力系数变幅在 1.16~2.23,而平坝县金刺梨土壤综合肥力要优于乌当区金刺梨土壤综合肥力,其中,乌当区金刺梨土壤全部处于肥力等级 3 级水平,属一般肥力水平;而平坝县土壤中,除 p₂ 和 p₃ 属于肥力等级 3 级水平,土壤肥力一般之外,其他采样点的土壤肥力等级均属肥沃水平。从土壤各属性分肥力系数来看,除了 w₅ 和 p₂ 之外,其余采样点的最小分肥力系数均为速效钾,显示出喀斯特环境金刺梨种植基地土壤速效钾养分的缺乏。此外,根据两地土壤的分肥力系

数,乌当区土壤全磷和有效磷也较为缺乏,应注意及时补施磷肥,其原因可能为黄壤对速效磷固定较为严重,所以黄壤多数缺磷^[15]。

2.3 喀斯特地区金刺梨种植基地土壤肥力因子分析

选取喀斯特地区两个金刺梨种植基地土壤的 pH 值、有机质、全氮、全磷、全钾、水解氮、有效磷、速效钾 8 个影响土壤肥力的指标进行因子分析,从 KMO 和 Bartlett 的检验结果得到 KMO 值为 0.632, Sig 值为 0.001 小于显著水平 0.05,表示比较适合做因子分析,分析结果见表 7。

表 7 喀斯特地区金刺梨种植基地土壤主成分方差信息

成份	初始特征值			提取平方和载入		
	合计	方差百分比/%	累积百分比/%	合计	方差百分比/%	累积百分比/%
1	4.315	53.935	53.935	4.315	53.935	53.935
2	1.541	19.257	73.192	1.541	19.257	73.192
3	1.064	13.302	86.494	1.064	13.302	86.494
4	0.514	6.419	92.913			
5	0.269	3.364	96.278			
6	0.161	2.008	98.286			
7	0.113	1.415	99.700			
8	0.024	0.300	100			

注：主成分 $m=3$ 。

土壤肥力因子分析(表 7)结果表明,两个金刺梨种植基地土壤 1—8 主分量特征值和贡献率存在一定的差异。前 3 个主成分的特征值均大于 1,累计方差贡献率达到 86.49%,说明 3 个主成分基本可以反映整个土壤指标信息。在因子分析过程中,为减少 3 个主成分之间的相关性,采用方差极大正交旋转后因子载荷矩阵(表 8),根据各指标在某一主成分的载荷的大小来确定其作用,全磷、有效磷、速效钾、pH 值 4

项指标对因子 1 贡献较大(载荷值均超过 0.81),是影响土壤肥力的主要因子。因为 pH 值的高低与土壤的速效养分,特别是速效磷、钾有很高的相关性^[16],全磷与速效磷的关系也十分显著^[17]。同理,全氮、有机质和水解氮对因子 2 影响较大,因子 3 主要反映全钾。因子分析的结果显示,全磷、有效磷、速效钾、pH 值 4 项指标对土壤肥力影响较大,这与土壤肥力内梅罗综合指数得出的结论也基本吻合。

表 8 旋转后因子载荷阵

指标	成分			指标	成分		
	1	2	3		1	2	3
全氮	0.23	0.90	0.05	水解氮	0.56	0.74	-0.19
有机质	-0.07	0.86	0.25	有效磷	0.81	0.23	0.46
全磷	0.90	0.32	0.15	速效钾	0.85	0.05	0.28
全钾	0.19	0.14	0.95	pH	0.87	-0.06	-0.04

注：提取方法为主成分法。

3 结论与讨论

土壤的肥力状况是确定果园来年产产量及高效平衡施肥的重要依据。通过对喀斯特地区金刺梨种植基地土壤中基本养分的分析研究和土壤肥力定量化的综合评价与因子分析,发现喀斯特地区金刺梨种植基地土壤各有效指标含量情况差异较大,其中 pH 的平均值基本在金刺梨果树生长的适宜范围内(5.5~6.5),究其原因可能是,黄壤是贵州省喀斯特环境中面积最大的地带性土壤,而黄壤 pH 值多为 4.5~5.5,为酸性土壤,在此类微酸性土壤条件下,较利于金刺梨果树的生长。土壤有机质含量范围为 1.7%~3.5%,总体上属适宜级别,单从有机质角度来讲,贵州喀斯特地区金刺梨种植基地土壤肥力良好,但各采样点之间也存在一定差异且不平衡。而根据因子分析的结果,pH 值对喀斯特地区金刺梨种植基地的土壤肥力具有重要的影响,这是因为:土壤的 pH 对

土壤的保肥能力、土壤各种养分的有效性及土壤中各种酶活性与微生物活力都有较大的影响。虽然总体上金刺梨种植基地的土壤酸碱度适中,而局部样点还是存在偏碱或偏酸的情况。有机质含量适中,但其平均值存在低于贵州省的土壤背景值的情况,说明土壤储存能力与养分的库容量偏低^[18]。土壤全氮与水解氮含量均十分丰富,两地之间土壤全磷与有效磷含量却差异明显,为减少磷的固定,提高磷肥利用率,建议将速效磷肥与有机肥料混合施用,尽可能减少磷与土壤的接触面,并依情况可选择集中施肥于根区,以提高磷肥的肥效,维持土壤肥力的平衡。而土壤全钾与速效钾含量均偏低,其原因可能为贵州黄壤或者黄壤与石灰性混合土壤是中国最贫钾的土壤之一,土壤闭结,再加上研究的两个金刺梨种植基地喜作物间种套作,作物需钾量大,而土壤供钾能力严重不足,可选择合适时机补充含钾素的有机肥料^[19],钾素的缺乏成为限制喀斯特地区中金刺梨种植基地的土壤质量提高的

普遍问题。这与已有研究对贵州省修文县猕猴桃产区^[20]和贵州山地柑桔园^[21]的土壤肥力分析得出的结果一致,说明了贵州黄壤果园丰缺指标的一般性。

在将来的增施肥中需偏重磷肥与钾肥的用量,尽量与有机肥一道做底肥施用,并结合实际情况,根据土壤 pH 值进行酸碱互调,做好平衡施肥工作。贵州喀斯特不同地区种植基地养分差异明显,其原因主要为环境条件与果树栽培管理的不同,导致各地果园土壤肥力的丰缺程度的差别,研究区土壤普遍缺乏速效磷,其中乌当区可能是成土母质中本身缺磷,而导致“先天”的土壤缺磷^[22]。此外,两个基地钾素缺乏也较严重,可能是因为研究区长期施用农家肥而忽略施用钾肥,以及在贵州喀斯特地区特殊的地质条件下,岩体具有较高的裂隙与渗透性,土壤中钾素易受降雨淋溶而造成的营养下渗和流失,从而引起两地土壤普遍的缺钾状况。同时,由于当地条件的限制和基地农户科学意识的薄弱,基地普遍存在盲目施肥,施肥技术水平也十分落后,且农户对无籽刺梨的栽培管理随意性大。因此,贵州喀斯特地区金刺梨种植基地应根据本地区的实际条件,做好配方施肥,以提高肥效,建议金刺梨种植基地氮、磷、钾施肥比例为3:1:2.5^[23]。

综上所述,根据贵州喀斯特地区金刺梨种植基地土壤中磷素与钾素的缺乏状况,应结合当地实际,因地制宜,今后应加大有机肥的施用量,稳定氮肥,增施磷肥与钾肥,以提高贵州喀斯特地区金刺梨种植基地土壤肥效与金刺梨的果实品质。

参考文献:

- [1] 沈昱翔,彭珊,熊果.安顺市金刺梨的成分差异探究[J].安顺学院学报,2013,15(4):120-123.
- [2] 韦景枫,程友忠,钟漫,等.安顺金刺梨丰产栽培技术初探[J].贵州林业科技,2012,4(1):30-32.
- [3] Yang P, Tang Y Q, Zhou N Q, et al. Characteristics of red clay creep in Karst caves and loss leakage of soil in the Karst rocky desertification area of Puding County, Guizhou, China [J]. Environmental Earth Sciences, 2011,63(3):543-549.
- [4] 郑元,辛培尧,高健,等.无籽刺梨的研究与应用现状及展望[J].贵州林业科技,2013,41(2):62-64.
- [5] 刘明光.中国自然地理图集[M].北京:中国地图出版社,2010.
- [6] 中国环境监测总站,南京市环境监测中心站.HJ/T166-2004.土壤环境监测技术规范[S].北京:中国环境科学出版社,2005.
- [7] Yang H, Hu J W, Huang X F, et al. Risk assessment of heavy metals pollution for *Rosa sterilis* and soil from planting bases located in karst areas of Guizhou Province[J]. Applied Mechanics and Materials,2015,700:475-481.
- [8] 阙文杰,吴启堂.一个定量综合评价土壤肥力的方法初探[J].土壤通报,1994,25(6):245-247.
- [9] 熊杰,高媛.刺梨丰产技术及丰产效果初探[J].贵州林业科技,2010,38(4):51-54.
- [10] 包耀贤,徐明岗,吕粉桃,等.长期施肥下土壤肥力变化的评价方法[J].中国农业科学,2012,45(20):4197-4204.
- [11] 金蕾,何腾兵,袁成军,等.基于土壤肥力状况的贵州省安顺市西秀区耕地管理策略[J].天津农业科学,2011,17(2):21-24.
- [12] 樊卫国,安华明,刘国琴.刺梨的生物学特性与栽培技术[J].林业科技开发,2004,18(4):45-48.
- [13] 刘凤枝.农业环境监测应用手册[M].北京:中国标准出版社,2001.
- [14] 陈海生,魏跃伟,刘国顺,等.河南省烤烟种植区土壤综合肥力评价[J].水土保持研究,2011,18(3):131-137.
- [15] 陈正刚,朱青,王文华,等.南方红黄壤区经济植物篱配合平衡施肥的水土保持效应研究[J].水土保持研究,2006,13(5):248-251.
- [16] 陈婵婵,肖斌,余有本,等.陕南茶园土壤有机质和 pH 值空间变异及其与速效养分的相关性[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2009,37(1):182-188.
- [17] 孙长宏.青海玉树高寒草甸典型植被类型土壤养分与生物量的变化[J].西北农业学报,2013,22(2):198-203.
- [18] 秦艳青,杨兴有,李爱军,等.四川达州白肋烟烟土养分状况分析[J].安徽农业科学,2012,40(22):11254-11256.
- [19] 杨珊,何寻阳,苏以荣,等.岩性和土地利用方式对桂西北喀斯特土壤肥力的影响[J].应用生态学报,2010,21(6):1596-1602.
- [20] 张承,周开拓,龙友华.贵州省修文县猕猴桃果园土壤养分分析[J].湖北农业科学,2013,52(17):4084-4087.
- [21] 陈家龙,张兴元,解文贵,等.贵州山地柑桔园营养特性研究[J].西南农业学报,1995,8(2):75-82.
- [22] 张家春,贺红早,刘盈盈,等.贵阳市乌当区不同用地方式下土壤肥力特征[J].耕作与栽培,2013(3):4-5,15.
- [23] 关树森.黔南州土壤中三要素丰缺情况和应采取的调节措施[J].贵州农业科学,1984(2):20-24.