

贵州省开阳茶园土壤养分状况与肥力质量评价^①

任艳芳, 何俊瑜*, 张艳超, 刘冬, 王艳玲, 陈会

(贵州大学农学院, 贵阳 550025)

摘要:为明确贵州省开阳县茶园土壤养分状况,为优质茶叶生产提供参考,对贵州省开阳县茶园土壤进行了调查,分析了158个土壤样品的养分含量及养分间的相关性,并采用主成分分析法和模糊数学隶属度函数模型,通过计算土壤肥力综合指标值(*IFI*)对土壤养分状况进行综合评价。结果表明:贵州省开阳茶园土壤pH偏酸,有机质、全氮和碱解氮含量较为丰富;但全磷、速效磷、全钾和速效钾含量缺乏所占比例较大,分别仅有16.46%、14.56%、20.89%和12.66%的土壤样品达到优质高产茶园标准。开阳茶园土壤*IFI*值平均为0.59,属于中等以上土壤肥力茶园所占的比例为61.40%,茶园土壤肥力质量总体水平属于良好,但土壤偏酸,速效磷和速效钾的含量相对偏低,应重点改酸和增施磷钾肥。

关键词:开阳;茶园;土壤养分;综合评价

中图分类号:S158;S571

茶是世界三大饮料之一,全世界饮茶的人数约占世界总人口的一半。因茶叶中富含大量的对人体健康有益的矿质元素、维生素、茶多酚等而深受欢迎,茶被誉为21世纪世界最流行、最健康的饮品^[1]。

茶树正常生长需要有一个适宜的生长环境,也是优质茶叶生产的必要条件,茶园土壤养分状况是其中最主要的因素之一,土壤的养分水平将直接影响茶叶的产量和品质,茶树的生长发育和茶叶品质的形成需要各种必需营养元素,它们直接参与组成植物有机物质,其中多数就是茶叶品质成分^[2],因此,茶园土壤肥力质量的综合评价对茶园养分管理具有重要的现实意义。我国对茶园土壤的养分及肥力状况已做了一些研究。韩文炎等^[3]的研究表明,中国茶园土壤养分含量变幅较大,茶园土壤养分供应能力低且不平衡,有机质贫缺和酸化日趋严重。高婷等^[4]对陕西商南茶区土壤养分状况分析结果表明该区土壤pH呈中性偏酸,土壤全氮、有效磷、交换性钾及多种微量元素含量丰富,但土壤有机质难以满足茶树的需求,且各养分变异系数较大。陈婵婵等^[5]研究表明陕南茶园速效磷含量整体水平较低;速效钾含量中等水平,但是各茶园之间差异较大。高菲菲等^[6]研究表明西双版纳茶园养分特征表现为有机质含量丰富,碱解氮和速效

钾含量以及土壤的酸碱度适中,有效磷含量较缺乏。傅海平等^[7]研究表明长沙县“百里茶廊”茶园土壤酸化程度严重,碱解氮含量较高,速效钾含量偏低,土壤养分状况存在广泛变异。准确掌握茶园土壤养分状况是茶树合理施肥的前提条件。这些研究都为当地茶园合理施肥和提高茶叶产量提供了参考。

贵州省开阳县地处黔中腹地,气候温和,冬无严寒,夏无酷暑,雨量充沛,土壤富硒,是贵州省主产茶区之一,茶园面积约2万hm²,茶叶已成为开阳县经济发展的重要支柱产业、优势产业和特色产业,成为广大农民的重要收入来源。近年来,虽然开阳茶园面积增加迅速,但配套的茶园管理水平相对落后,茶农科学施肥的意识及其技术不够。随着茶叶的连年采摘以及不合理的施肥,特别是氮肥的过量施用,导致茶园土壤酸碱度和养分含量失衡,严重制约了当地茶产业的可持续发展。据韩文炎等^[8]调查发现,中国典型茶区氮肥使用量在0~2600kg/hm²之间,平均氮肥使用量553kg/hm²,大量使用速效性氮肥不仅造成氮肥利用率明显降低,而且导致严重的环境污染。目前,有关开阳县茶园土壤养分状况及茶园土壤肥力质量综合评价的研究尚未见报道。为了掌握开阳茶园土壤养分含量状况,改善开阳茶园土壤养分管理

基金项目 国家自然科学基金项目(31460100和41261095)和贵州省优秀科技教育人才省长专项基金项目(黔省专合字[2008]5号)资助。

* 通讯作者(junyuhe0303@sina.com)

作者简介:任艳芳(1976—),女,山西太原人,博士,教授,从事植物营养与生理生态研究。E-mail: yanfangren@126.com

措施,达到茶叶优质、高效、高产和茶叶生产可持续发展的目的,本研究通过对贵州省开阳茶园土壤养分状况的分析,同时通过主成分分析和模糊数学隶属度函数模型,对开阳茶园土壤养分状况进行综合评价,从总体上掌握开阳茶园土壤肥力状况,为指导开阳茶园土壤合理施肥和养分管理、提高茶叶产量和品质、保护环境提供重要的理论依据。

1 材料与方 法

1.1 样品采集与处理

于 2013 年 11 月初根据开阳县茶园的分布状况,选择具有代表性的茶园采集 158 个土样,其中中龙乡 28 个、龙岗镇 25 个、禾丰乡 13 个、高寨乡 22 个、花梨乡 16 个、城关镇 15 个、南江乡 9 个、楠木渡镇 12 个、冯三镇 6 个、毛云乡 6 个、米坪乡 6 个。每 66.7~133.3 hm²茶园取 1 个土壤样品,同一采样单元内,在尚未施肥的茶蓬下离根茎 30~35 cm 处“S”形取 8~10 个小样点土壤,土样采集深度为 0~20 cm,将各采样点的土样混合均匀,用四分法弃取,使各混合土样保留 1 kg 左右。将

土样登记编号后,经过自然风干、去杂、磨细、分别过 2 mm 和 0.149 mm 筛、混匀,装塑封袋后备用。

1.2 测定项目及方法

对所采土样的 pH、有机质、全氮、碱解氮、全磷、有效磷、全钾和速效钾进行分析测定。土壤 pH 测定采用水浸提电位法(水土比为 2.5:1);土壤有机质的测定采用重铬酸钾容量法;土壤全氮测定采用 H₂SO₄ 消解-凯氏定氮法;土壤碱解氮的测定采用碱解扩散法;全磷测定采用钼蓝比色法;全钾测定采用火焰光度法;土壤有效磷的测定采用 0.5 mol/L NaHCO₃浸提-钼锑抗比色法;土壤速效钾的测定采用 1 mol/L 中性 NH₄Ac 浸提-火焰光度计法^[9]。

1.3 茶园土壤养分状况评价标准

根据国家绿色食品产地质量标准(NY/T391-2000)^[10]、国家茶叶产地环境技术条件(NY/T853-2004)中茶园土壤的肥力分级标准^[11]和优质高效高产茶园的土壤营养诊断指标^[3]提出茶园土壤养分含量分级标准(表 1)。

表 1 茶园土壤养分分级标准
Table 1 Classification standards of soil nutrients of tea garden

指标	高产优质茶园肥力指标			
pH	<4.5	4.5~5.5	>5.5	4.5~5.5
有机质 (g/kg)	>20.0	15.0~20.0	<15.0	≥20.0
全氮 (g/kg)	>1.0	0.8~1.0	<0.8	≥1.5
碱解氮 (mg/kg)	>100	80~100	<80	≥100.0
全磷 (g/kg)	>1.0	0.4~1.0	<0.4	≥1.0
速效磷 (mg/kg)	>20	5~20	<5	≥20.0
全钾 (g/kg)	>10	5~10	<5	≥10
速效钾 (mg/kg)	>100	60~100	<60	≥100.0

1.4 茶区土壤肥力综合评价方法

1.4.1 土壤单项肥力质量指标隶属度的确定 选取 pH、有机质、全氮、碱解氮、全磷、速效磷、全钾及速效钾 7 项指标作为确定开阳茶园土壤肥力综合指标值 (IFI) 的因子。根据各项肥力指标与茶树营养的关系,结合已有的研究结果和专家的经验^[12-13],确定各养分指标的隶属度函数类型及曲线转折点的取值(表 2)。常用的隶属度函数有两类,分别是 S 型隶属度函数和抛物线型隶属度函数,其中有机质、全氮、全磷、全钾、碱解氮、速效磷、速效钾属于 S 型隶属度函数,pH 属于抛物线型隶属度函数。其函数表达式分别为:

S 型隶属度函数:

$$f(x) = \begin{cases} 1.0 & \\ 0.9(x-x_1)/(x_2-x_1)+0.1 & \\ 0.1 & \end{cases} \quad (1)$$

抛物线型隶属度函数:

$$f(x) = \begin{cases} 1.0-0.9(x-x_3)/(x_4-x_3) & \\ 1.0 & \\ 0.9(x-x_1)/(x_2-x_1)+0.1 & \\ 0.1 & \end{cases} \quad (2)$$

由此计算出各项养分指标的隶属度值,其值大小反映土壤养分的优劣。隶属度取值范围为 0.1~1.0,1.0 表示土壤中的该项肥力指标处于最良好的状态。

1.4.2 土壤单项肥力评价指标权重系数的确定 权重系数表征各肥力指标对土壤肥力的影响程度或贡

表 2 土壤肥力指标隶属度函数曲线中转折点的取值
Table 2 Values of turning points in membership function of soil fertility quality indices

转折点	pH	有机质 (g/kg)	全氮 (g/kg)	全磷 (g/kg)	全钾 (g/kg)	碱解氮 (mg/kg)	速效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)
x1	4.0	10	0.75	0.4	10	60	5	50
x2	4.5	30	2	1	20	120	20	150
x3	6.0	-	-	-	-	-	-	-
x4	7.0	-	-	-	-	-	-	-

献率。本研究采用主成分分析法来确定土壤单项肥力因子的权重值^[14-15]。

1.4.3 土壤肥力综合指标值的计算 土壤肥力综合指标值 (Intergrated fertility index, *IFI*) 是一个反映土壤肥力状况的指标值,其大小表示土壤肥力的等级,根据公式计算茶园土壤的 *IFI* 值: $IFI = \sum Wi \times Ni$,其中: Wi 和 Ni 分别为第 i 种土壤肥力指标的权重系数和隶属度^[15-16]。

1.5 数据统计

所有试验数据分析采用 IBM SPSS Statistics 16.0 软件进行。

2 结果与分析

2.1 茶园土壤 pH

土壤酸碱度是土壤的一个重要属性,也是影响土壤肥力的一个重要因素。茶树为喜酸性植物,对土壤酸碱度的反应特别敏感,酸性的大小直接影响到茶树的生长以及茶叶的品质,其适宜生长的pH为4.0~

6.5,最适pH为4.5~5.5^[2]。由表3可知,贵州省开阳茶园土壤pH变化范围3.73~6.31,平均值4.45,变异系数12.13%,变异较小,说明不同茶园土壤pH变异不大。从茶园土壤pH分布来看,土壤pH低于4.5的茶园占47.47%,大部分茶园土壤pH低于5.5,高于5.5的茶园占11.39%。有41.14%的土壤样本达到优质、高效、高产茶园的土壤营养诊断指标(表3)。总体来看,开阳茶园土壤pH略偏酸,这可能是由于氮肥施用量过多、茶树自身物质循环和茶树根系代谢有机酸的影响等引起的^[17-18]。当茶园土壤的pH低于4.5,甚至4.0以下时,茶园土壤的理化性状恶化,土壤微生物区系受到破坏,从而抑制了茶树根系吸收营养元素的能力;导致土壤中K、Ca、Mg、Zn、Cu等元素大量流失,造成土壤和茶树体内营养元素比例失调和缺乏,影响茶树品质和产量的提高^[18]。在生产管理中应采取一定的措施来中和土壤酸性,使之更适宜茶树生长,如增施有机肥、适量施用石灰等。

表 3 开阳茶园土壤主要养分状况
Table 3 Major nutrient contents in tea gardens of Kaiyang

指标	最小值	最大值	平均值	标准差	变异系数 (%)	分布频率 (%)		
pH	3.73	6.31	4.45	0.54	12.13	47.47	41.14	11.39
有机质 (g/kg)	6.43	56.31	28.42	15.20	53.48	70.25	21.52	8.23
全氮 (g/kg)	0.29	2.60	1.24	0.69	55.65	60.76	22.15	17.09
碱解氮 (mg/kg)	45.33	223.21	109.16	56.54	51.80	56.96	27.85	15.19
全磷 (g/kg)	0.19	1.31	0.62	0.28	45.16	16.46	40.51	43.04
速效磷 (mg/kg)	1.21	26.06	9.81	7.77	79.20	14.56	48.73	36.71
全钾 (g/kg)	0.81	22.12	7.86	6.05	76.97	20.89	44.30	34.81
速效钾 (mg/kg)	19.13	162.56	77.22	43.36	56.15	12.66	39.87	47.47

2.2 茶园土壤有机质含量

土壤有机质是土壤的重要组成部分,其含量水平与土壤肥力密切相关。土壤有机质是土壤微生物生活和茶树多种营养元素的物质基础,进而影响茶叶中内含物的合成,是反映土壤熟化度和肥力的重要指标之一^[19-20]。从表3可以看出,贵州开阳茶园土壤的有

机质含量为6.43~56.31 g/kg,均值为28.42 g/kg,不同茶园土壤有机质含量差异较大,变异系数为53.48%。从分布来看,达到I级茶园,即优质、高效、高产茶园的土壤营养诊断标准的达70.25%,仅有8.23%的土壤样本有机质缺乏(表3),说明开阳茶园土壤的有机质含量丰富,可能是由于随着茶树种植

年限的延长,枯枝落叶在地面大量积累,形成大量腐殖质,茶园土壤的有机质含量相对较高;此外,茶树为富酚植物,茶叶中的多酚含量比其他植物高得多,会抑制土壤微生物和土壤酶活性,所以茶树落叶在土壤表层的分解比较缓慢^[21]。

2.3 茶园土壤全氮和碱解氮含量

氮能够直接或间接影响茶树的代谢活动和生长发育,能促进茶树养分的吸收和同化作用,是茶叶中氨基酸、蛋白质、酶、辅酶、叶绿素和核酸等化合物的成分^[13]。由表 3 可见,贵州省开阳茶园土壤全氮含量在 0.29~2.60 g/kg 范围内,平均为 1.24 /kg,其中有 60.76% 的土壤全氮含量高于 1.00 g/kg,达到优质、高效、高产茶园的土壤营养诊断标准;有 22.15% 的土壤全氮含量在 0.80~1.00 g/kg (表 3)。可见,开阳茶园土壤全氮含量总体丰富。碱解氮是土壤有效氮的一个常用指标。开阳茶园土壤碱解氮含量变异较大,范围 45.33~223.21 mg/kg,平均值 109.16 mg/kg (表 3)。从土壤碱解氮含量分布来看,土壤碱解氮含量达到优质、高效、高产茶园的土壤营养诊断标准的土壤样本占 56.96%, 27.85% 处于 II 级茶园,有 15.19% 的土壤样本处于供氮不足的状态,即 级茶园 (表 3)。开阳茶园土壤速效氮含量总体较高,这是由于人们为了追求茶叶产量,大量施用氮肥所致。适量施氮对茶树产量和品质有较好促进作用,但氮肥施用过量不仅会造成茶叶品质下降,还会导致茶园土壤酸化^[22]。

2.4 茶园土壤全磷和速效磷含量

磷是茶叶中蛋白质的成分,参与茶树的许多生理过程,如光合作用、呼吸作用及生长发育等,能促进淀粉和叶绿素的合成,促进茶树根系的发育和养分吸收^[13]。由表 3 可知,贵州省开阳茶园土壤全磷含量在 0.19~1.31 g/kg 范围,平均为 0.62 g/kg,其中大于 1.0 g/kg 的占 16.46%,小于 0.4 g/kg 的占 43.04%,全磷缺乏比例较高。茶园土壤速效磷含量范围 1.21~26.06 mg/kg,平均值 9.81 mg/kg (表 3)。从土壤速效磷含量分布来看,14.56% 的茶园土壤速效磷丰富达

到 级茶园土壤标准,48.73%速效磷含量尚可达到 级土壤标准,另外 36.71% 的茶园土壤速效磷含量低于 5 mg/kg。从整体来看,开阳茶园土壤速效磷含量供应状况偏低,只有 14.56% 的土壤样本达到优质、高效、高产茶园的土壤营养诊断指标 (表 3),变异系数较大为 79.20%,说明不同茶园之间土壤速效磷的差异大。其原因可能是由于不同茶园的土壤养分管理方式不同所造成的。因此,应根据茶园土壤磷素状况适当增加茶园磷肥的施用量,但是磷肥施入土壤后,不易被植物吸收利用,有效性较低^[23],所以在磷肥的使用上主要以有机肥和无机磷肥混合施用来提高磷素水平。

2.5 茶园土壤全钾和速效钾含量

钾是许多酶的活化剂,在茶树代谢中起调节作用,能促进茶树根的发育,促进同化作用,调节蒸腾作用,增强茶树对冻害、病虫害等的抵抗力,还能改善茶叶的香气^[13, 24]。由表 3 可知,贵州省开阳茶园土壤全钾含量在 0.81~22.12 g/kg 范围,平均为 7.86 g/kg。全钾含量低于 5.00 g/kg 的为 34.81%,全钾含量达到 级土壤标准以上水平(含量>5.0 g/kg)的占 65.19%,但只有 20.89% 的土壤样本达到优质、高效、高产茶园的土壤营养诊断指标,说明开阳部分茶园土壤供钾不足。开阳茶园土壤速效钾含量变异较大,范围 19.13~162.56 mg/kg,平均值 77.22 mg/kg (表 3),变异系数为 56.15%。供试土壤中 12.66% 的土壤样本符合优质、高效、高产茶园土壤营养诊断指标,52.53% 的土壤样本速效钾含量达到 级土壤标准以上。总体来看,开阳茶园土壤速效钾缺乏较严重,处于 级土壤(缺乏)的土壤样本占 47.47%。应充分重视钾肥的施用,同时,钾肥的适宜用量应根据土壤供钾情况和喀斯特山区,降水量较丰富、钾肥易淋失的特点科学确定。

2.6 土壤养分指标的权重值

采用主成分分析法,选取累积百分率大于 85% 的主成分计算得到的权重值,结果见表 4。

表 4 各个指标的权重值
Table 4 Weight values of indexes

指标	pH	有机质	全氮	碱解氮	全磷	速效磷	全钾	速效钾
权重值	0.138	0.152	0.121	0.130	0.099	0.118	0.119	0.123

2.7 开阳茶园土壤肥力综合评价

贵州省开阳茶园土壤综合肥力指数(*IFI*)为 0.21~0.92,平均值为 0.59,变异系数为 14%。将 *SFI* 划分为 4 个等级,即 (*IFI* 0.75)、(0.50 *IFI*<0.75)、

(0.25 *IFI*<0.50) 和 (*SIFI*<0.25),大部分茶园土壤处于 和 级水平(表 5),分别占 49.37% 和 29.77%,土壤养分状况总体良好,仅有 8.86% 的土壤样本土壤肥力综合指数在 0.25 以下,这一小部分茶园需要改善

表 5 开阳茶园土壤综合肥力指标分布
Table 5 Distribution of soil integrated fertility index for tea garden in Kaiyang

茶园土壤等级	平均值	标准差	范围值	土样数	所占比例 (%)
I	0.83	0.06	0.75 ~ 0.92	19	12.03
II	0.69	0.07	0.52 ~ 0.74	78	49.37
III	0.44	0.05	0.28 ~ 0.49	47	29.77
IV	0.23	0.01	0.21 ~ 0.24	14	8.86
平均	0.59	0.14	0.21 ~ 0.92	158	

土壤肥力和改进施肥策略。

从图 1 和表 6 可知,开阳茶园土壤肥力水平存在明显的空间异质性。开阳茶园土壤肥力指数由大到小依次为:禾丰乡>南龙乡、南江乡>毛云乡>龙岗镇>花梨乡、高寨乡>城关镇>米坪乡>楠木渡镇>冯三镇。茶园土壤肥力综合指数属于 I 级的主要分布在禾丰乡和南龙乡,分别占当地茶园的 30.77% 和 17.86%,这部分地区能满足优质茶叶生产的土壤条件。茶园土壤肥力综合指数为 II 和 III 级在各乡镇均有分布,II 级主要集中在南龙乡、龙岗镇、南江乡、花梨乡、高寨乡、毛云乡和米坪乡,这些地区有近一半的茶园属于该级;除南龙乡、龙岗镇和花梨乡外的其他乡镇均有超过 30% 的茶园土壤综合肥力指数属于 III 级,其中以楠木渡镇 III 级所占比例最高,这些区域虽然 pH、有机质和氮含量较适宜,但磷钾含量较缺乏,需增施磷钾肥。茶园土壤肥力综合指数为 IV 的区域较少,分别零星分布在除南江乡、禾丰乡和毛云乡的其他乡镇,这些地区土壤有机质、氮含量偏低,磷钾较为缺乏,个别区域土壤酸化严重,需培肥和改酸。

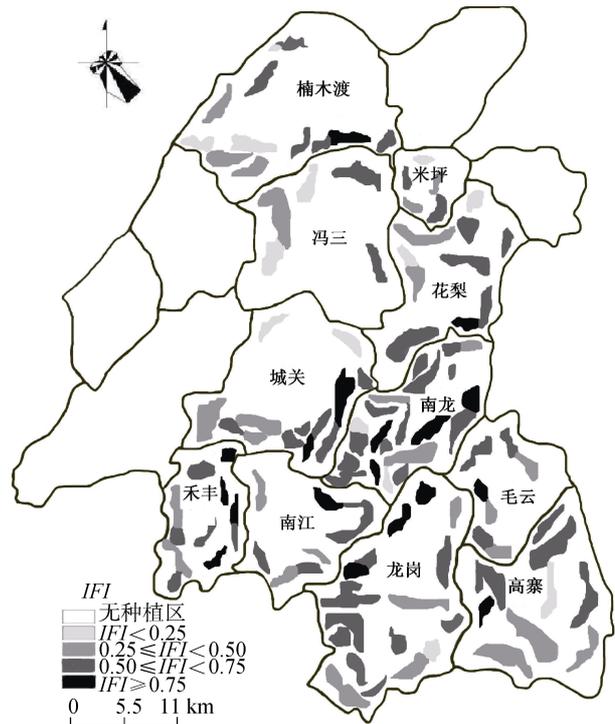


图 1 开阳茶园土壤肥力综合指数的空间分布
Fig. 1 Spatial distribution of soil IFI of tea garden in Kaiyang

表 6 开阳不同乡镇茶园土壤综合肥力等级分布
Table 6 Proportions of soil integrated fertility indexes of tea gardens in different towns in Kaiyang

乡镇	各级比例(%)				IFI
	I	II	III	IV	
南龙乡	17.86	53.57	21.43	7.14	0.64
龙岗镇	12.00	56.00	28.00	4.00	0.61
南江乡	11.11	55.56	33.33	0.00	0.64
花梨乡	6.25	56.25	25.00	12.50	0.58
禾丰乡	30.77	38.46	30.77	0.00	0.68
高寨乡	4.545	54.55	31.82	9.09	0.58
城关镇	13.33	40.00	33.33	13.33	0.53
冯三镇	0.00	33.33	33.33	33.33	0.40
毛云乡	16.67	50.00	33.33	0.00	0.62
米坪乡	0.00	50.00	33.33	16.67	0.52
楠木渡镇	8.33	33.33	41.67	16.67	0.48

3 小结

1) 开阳茶园土壤 pH 偏酸, 有机质、全氮和碱解氮含量丰富, 分别有 70.25%、60.76% 和 56.96% 的土壤样本达到优质、高效、高产茶园的土壤标准; 全磷、速效磷、全钾和速效钾含量较低, 分别有 43.04%、36.71%、34.81% 和 47.47% 的土样处于级茶园土壤标准。

2) 开阳茶园土壤整体肥力属于良好水平, 但需注重磷、钾肥的投入, 同时采取措施防止茶园土壤酸化。

参考文献:

- [1] Karak T, Bhanat R M. Trace elements in tea leaves, made tea and tea infusion: A review[J]. Food Research International, 2010, 43(9): 2 234-2 252
- [2] 杨亚军. 中国茶树栽培学[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2005
- [3] 韩文炎, 阮建云, 林智, 等. 茶园土壤主要营养障碍因子及系列茶树专用肥的研制[J]. 茶叶科学, 2002, 22(1): 70-74
- [4] 高婷, 肖斌, 王丽霞, 等. 陕西商南茶区生态环境分析与综合评价[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2013, 41(9): 119-126
- [5] 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
- [6] 高菲菲, 李家华, 祁文龙, 等. 云南省西双版纳州茶园土壤养分状况分析[J]. 土壤, 2014, 46(2): 386-388
- [7] 傅海平, 张亚莲, 常硕其, 等. 茶园土壤肥力质量的综合评价[J]. 江西农业学报, 2011, 23(3): 78-81
- [8] 韩文炎, 马立锋, 石元值, 等. 茶树控释氮肥的施用效果与合理施用技术研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2007, 13(6): 1 148-1 155
- [9] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 35-123
- [10] 中华人民共和国农业部. 绿色食品产地环境技术条件(NY/T 391-2000)[S]. 北京: 中国标准出版社, 2000
- [11] 中华人民共和国农业部. 茶叶产地环境技术条件(NY/Y853-2004)[S]. 北京: 中国标准出版社, 2000
- [12] 徐泽, 阮建云, 李中林, 等. 重庆市永川茶园土壤肥力考评[J]. 西南农业学报, 2010, 23(3): 791-795
- [13] 颜雄, 张杨珠, 刘晶, 等. 洞庭湖区 5 个茶叶基地土壤的养分状况与肥力质量评价[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2008, 34(5): 596-601
- [14] 王育军, 周冀衡, 孙书斌, 等. 云南省罗平县烟区土壤肥力适宜性评价及养分时空变异特征[J]. 土壤, 2015, 47(3): 515-523
- [15] 何俊瑜, 陈博, 陈秀兰, 等. 贵州铜仁地区主要烟区植烟土壤养分状况[J]. 土壤, 2012, 44(6): 953-959
- [16] 靳正忠, 雷加强, 李生宇, 等. 流动沙漠腹地防护林土壤肥力质量垂直演化与评价[J]. 土壤学报, 2010, 47(6): 1 075-1 085
- [17] 颜明娟, 林琼, 吴一群, 等. 不同施氮措施对茶叶品质及茶园土壤环境的影响[J]. 生态环境学报, 2014, 23(3): 452-456
- [18] 廖万有. 我国茶园土壤的酸化及防治[J]. 农业环境保护, 1998, 17(4): 178-180
- [19] 师进霖, 纳玲洁, 宋云华, 等. 土壤肥力因子与茶叶品质的关系[J]. 中国农学通报, 2005, 21(4): 97-100
- [20] 张小琴, 陈娟, 高秀兵, 等. 贵州重点茶区茶园土壤 pH 值和主要养分分析[J]. 西南农业学报, 2015, 28(1): 286-291
- [21] 姜虹, 沙丽清. 云南澜沧县景迈古茶园土壤养分和土壤酶活性研究[J]. 茶叶科学, 2008, 28(3): 214-220
- [22] 何燕, 李廷轩, 王永东. 低山丘陵区不同坡位茶园土壤肥力特征研究[J]. 中国生态农业学报, 2009, 17(4): 661-666
- [23] 庞荣丽, 介晓磊, 谭金芳. 低分子量有机酸对不同合成磷源的释磷效应[J]. 土壤通报, 2006, 37(5): 941-944
- [24] 吕晓男, 陆允甫, 王人潮. 土壤肥力综合评价初步研究[J]. 浙江大学学报, 1999, 25(4): 378-382

Soil Nutrient Status and Comprehensive Evaluation of Quality of Soil Fertility of Tea Garden in Kaiyang of Guizhou Province

REN Yanfang, HE Junyu^{*}, ZHANG Yanchao, LIU Dong, WANG Yanling, CHEN Hui
(College of Agriculture, Guizhou University, Guiyang 550025, China)

Abstract: In order to investigate nutrients in tea gardens of Kaiyang and to provide the theoretical basis for the production of tea with good quality and high yield, 158 soil samples were collected, pH, organic matter, total nitrogen, available nitrogen, total phosphorus, available phosphorus, total potassium and available potassium and the relationship between them was measured and analysed. The methods of principal component analysis and membership function of fuzzy mathematics were used to estimate the status of soil fertility by means of estimating *IFI*. The results showed that the soil of tea gardens of Kaiyang was slightly acid. The contents of soil organic matter, total nitrogen and available nitrogen were sufficient for tea growth. The contents of total phosphorus, total potassium, available phosphorus and potassium were low, and only 16.46%, 14.56%, 20.89% and 12.66% of the samples reached the soil nutrient levels with good quality and high yield tea garden soil standard. Soil intergrated fertility index (*IFI*) was 0.59. According to the value of *IFI*, tea garden with fertility at high and middle grade accounted for 61.40%, so the soil fertility quality of tea garden of Kaiyang belonged to middle level in general. It suggested that soil fertility management should focus on increasing the content of phosphorus and potassium and improving the pH value.

Key words: Kaiyang; Tea garden; Soil nutrient; Comprehensive evaluation