

技术方法

日照茶树种植区典型茶园的土壤肥力状况评价

王茂香¹,张祖陆¹,王学¹,张伦¹,代杰瑞²

(1. 山东师范大学人口·资源与环境学院,山东 济南 250014;2. 山东省地质调查院,山东 济南 250013)

摘要:通过野外采样和室内测定,以日照茶树种植区3个典型茶园为研究对象,每个茶园分别取鸠坑、黄山群体、福鼎大白各3个品种,最终取得9种茶样生长地的土样,研究分析土样的pH,有机质,全N,P,K,有效N,P,K等指标的土壤养分含量状况,并以此为评价指标,运用模糊综合评判法,对3个茶园的土壤肥力质量进行了综合评价。结果表明,茶园肥力综合水平为北垛春>碧波山庄>北叶青;茶园土壤总体上,pH值较适中,有机质含量很缺乏,全N含量偏低,全P含量中等,全K含量较高,有效N含量很缺乏,有效P含量非常丰富,有效K含量中等,并据此提出了关于该地区3个典型茶园今后合理施肥的一些建议。

关键词:土壤肥力;模糊综合评判;营养元素;日照市

中图分类号:X53;X820.1

文献标识码:B

茶树的生长除与气候有关外,与当地的土壤肥力和土壤质量也密切相关。土壤肥力质量的高低直接影响着茶树生长,茶叶生产的结构、布局和效益等方面,因此对茶园进行土壤肥力状况评价具有重要的理论意义和现实的生产意义。以日照茶树种植区的3个典型茶园的土壤为研究对象,分析各茶园的土壤肥力质量的状况和变化规律,并运用相关分析和模糊数学原理,选用9项土壤肥力质量指标,建立综合评价体系,并对其进行合理的评价,为该地区茶叶产业的可持续健康发展提供科学依据。

1 样品采集及测定

1.1 土壤样品采集

选择日照茶树种植区的北叶青茶园、碧波山庄茶园、北垛春茶园等3个典型性茶园为研究对象。每个茶园中均选择鸠坑、黄山群体、福鼎大白3个品种的茶树生长的地块中的土壤,最终共取得9种土壤样。

在3个典型茶园内随机定点采样,按照对角线取样法采集0~20 cm茶树种植地区的表层土,将5个点的土壤混合成一个土壤样,置于样品袋内带回

实验室登记编号。采集的土壤样品,在室内摊在白纸上自然风干并挑除植物细根及石块,用木棒磨碎,取过2 mm尼龙筛的土壤样品备用。土壤样品采集时间为2009年晚秋季节。

1.2 指标测定

选用电位法测定pH;采用重铬酸钾容量法—稀释热法测定土壤有机质;采用半微量开氏法测定全N;采用碱解—扩散法测定有效氮;采用碳酸氢钠浸提—钼锑抗比色法测定速效磷;采用硫酸、高氯酸消解—钼锑抗比色法测定全磷;采用NaOH熔融—火焰光度法测定全K;火焰光度法测定速效钾。

2 评价方法

结合日照茶园土壤实际情况,采用Fuzzy(模糊)综合评判法对土壤肥力质量进行数值化的综合评价。

2.1 单项肥力质量指标隶属度的确定

在Fuzzy综合评价中,隶属度可用隶属度函数来表达。由于评价因素指标值之间缺乏可比性,因此需利用隶属度函数进行归一化处理^[1]。根据前人研究成果,并结合茶园实际情况,在此所用的隶属

* 收稿日期:2010-11-27;修订日期:2011-01-06;编辑:曹丽丽

项目资助:“山东省东部地区农业生态地球化学调查”项目资助(鲁国土资字[2006]709号)。

作者简介:王茂香(1987—),女,山东济南人,硕士研究生,研究方向为全球环境变化与可持续发展研究;E-mail:tianyadefengsha@163.com。

度函数分为 2 种类型,即戒上型隶属度函数和抛物线型隶属度函数。

(1)戒上型隶属度函数。属于这类函数的评价因素包括土壤有机质、全 N、速效 N、全 P、速效 P、速效 K 和全 K 等 7 类^[1,2],相应的隶属度函数为:

$$f(x) = \begin{cases} 1.0 & x \geq x_2 \\ \frac{0.9(x - x_1)}{x_2 - x_1} + 0.1 & x_1 < x < x_2 \\ 0.1 & x \leq x_1 \end{cases}$$

据湖南省测土配方施肥提供的标准^[3]及结合日照茶园土壤的实际,确定各指标的隶属度函数曲线中转折点的相应取值如表 1 所示。

表 1 戒上型隶属度函数曲线转折点取值(单位:mg/kg)

项目	有机质	全 N	全 P	全 K	有效 N	有效 P	有效 K
X1	10000	750	400	10000	40	5	50
X2	25000	2000	1200	20000	100	20	370

(2)抛物线型隶属度函数。作物的效应曲线呈现为抛物线型,即随着指标值的增加,效应值表现出开始时增加,然后达到最高点,最后下降的情形^[4]。将曲线函数转化为相应的折线函数以利计算^[2,5],如土壤 pH 值等,据此建立如下隶属函数:

$$f(x) = \begin{cases} 1.0 - \frac{0.9(x - x_3)}{x_4 - x_3} & x_3 < x < x_4 \\ 1.0 & x_2 \leq x \leq x_3 \\ \frac{0.9(x - x_1)}{x_2 - x_1} + 0.1 & x_1 < x < x_2 \\ 0.1 & x \geq x_4 \text{ 或 } x \leq x_1 \end{cases}$$

根据茶园土壤的实际情况,确定土壤 pH 值在隶属度函数曲线中转折点的相应取值为: $x_1 = 4.0, x_2 = 4.5, x_3 = 6.0, x_4 = 7.0$ 。

2.2 单项肥力质量指标权重的确定

权重是指评价指标对评价对象的影响程度或贡献率。该研究采用各指标间的相关系数来确定权重系数。计算步骤为:①求单项肥力质量指标间的相关系数,建立各肥力质量指标间的相关系数矩阵 R;②计算各因子与其他因子相关系数的平均值;③求出该平均值占所有肥力质量指标相关系数平均值之和的百分率,即为该单项肥力质量指标在表征土壤肥力质量中的贡献率,由此可以得出各项肥力指标的权重(W_i)^[4]。

2.3 土壤肥力质量综合指标值的确定

根据公式 $IFI = \sum W_i \times N_i$ 计算出各品种茶树生长地块的土壤肥力指标值, N_i 和 W_i 分别表示第 i 种养分指标的隶属度值和权重系数。土壤肥力等级按计算出的指标值(IFI)进行划分,拟定 $IFI \geq 0.75$ 时为高, $0.75 > IFI \geq 0.55$ 时为较高, $0.55 > IFI \geq 0.35$ 时为中等, $0.35 > IFI \geq 0.2$ 时为较低, $IFI < 0.2$ 时为低等 5 个级别。将各个品种的土壤肥力指标值赋权重为 1/3,分别求出 3 个茶园的肥力质量综合指标值。

3 研究结果

3.1 研究区茶园的土壤营养元素含量水平

3.1.1 土壤 pH 值

茶树对土壤的酸碱度反应敏感,喜酸性土壤,酸性的高低直接影响到茶树的生长以及茶叶的品质,适宜茶树生长的土壤 pH 值为 4.0 ~ 5.5 左右^[6]。由表 2 可知,土壤 pH 介于 3.8 ~ 6.01 之间,其平均值为 4.70,适合茶树的生长。其中,北叶青茶园的 pH 总体最高,超过了 5.5,相比之下,其他 2 个茶园的 pH 更为适宜。

3.1.2 土壤有机质

有机质是土壤肥力的重要指标,它直接影响土壤的结构、耕性、保肥性、保墒性、供肥特性^[7]。从表 2 可知,茶树生长的土壤有机质含量占土壤总量的比值介于 0.42% ~ 1.69%,平均含量为 0.8%。由表 3 可知,与全国土壤养分含量分级标准相比,土壤有机质含量整体处于很缺乏的状态,且各茶园之间的有机质含量差异也不大。

3.1.3 N,P,K 元素

土壤氮、磷、钾含量对作物的生长至关重要,茶树也是一样,且这 3 种元素的含量多少与比例是否适当,影响到茶叶的生长以及产量和品质的高低。采用了速效 N、P、K 在全 N、全 P、全 K 的含量中的百分率作为它们的有效率^[8]。

(1)N 元素

从表 2 可知,各茶园土壤全 N 含量的平均值基本都在 722 mg/kg 左右,含量较低。其中北叶青茶园的全 N 含量平均值为 500 mg/kg,含量最低,北垛春茶园的全 N 含量最高,为 966 mg/kg。

表2 各主要营养元素的含量

土样	有效 N /10 ⁻⁶	速效 P /10 ⁻⁶	速效 K /10 ⁻⁶	有机质 /10 ⁻²	pH	全量 N /10 ⁻⁶	全量 P /10 ⁻⁶	全量 K /10 ⁻⁶
北叶青1	26.03	7.0	101.2	1.08	5.86	700	417.7	30200
北叶青2	19.52	5.0	55.74	0.42	6.01	300	253.6	32000
北叶青3	39.05	8.4	8.27	0.64	5.64	500	320.4	26800
北叶青均值	28.20	6.80	55.07	0.71	5.84	500	330.57	29666
北垛春1	45.73	149.84	65.65	0.78	4.72	800	964	31200
北垛春2	58.8	713.6	65.54	1.69	3.84	1500	2130	31100
北垛春3	45.73	205.11	77.68	0.46	4.06	600	806	29500
北垛春均值	50.09	356.18	69.62	0.98	4.21	966	1300.0	30600
碧波山庄1	45.73	539.2	498	0.56	4.09	800	1963	38100
碧波山庄2	45.73	42.48	73.84	0.67	3.8	500	386	38700
碧波山庄3	58.8	123.96	184.8	0.86	4.25	800	743	33400
碧波山庄均值	50.09	235.21	252.21	0.70	4.05	700	1030.7	36733
总体均值	42.79	199.40	125.64	0.80	4.70	722	887.08	32333

注:数据由山东省地质科学实验研究院测得。为便于表示,鸠坑品种编号为1,黄山群体品种为2,福鼎大白品种为3,下同。

表3 全国土壤养分含量分级标准

级别	有机质(%)	有效氮/10 ⁻⁶	速效磷/10 ⁻⁶	速效钾/10 ⁻⁶
1 很丰富	>4	>150	>40	>200
2 丰富	3~4	120~150	20~40	150~200
3 中等	2~3	90~120	10~20	100~150
4 缺乏	1~2	60~90	5~10	50~100
5 很缺乏	0.6~1	30~60	3~5	30~50
6 极缺乏	<0.6	<30	<3	<30

各茶园土壤有效 N 含量差异较大,整体含量为 42.79 mg/kg,由表 3 可知,属于较低水平。北垛春茶园和碧波山庄的含量大体相当,而北叶青茶园的含量则较低,为 28.20 mg/kg,几乎相当于另外 2 个茶园各平均含量的一半。

从表 4 可见,土壤 N 有效率为 6.39%,表明 N 素有效率较低,92% 以上的 N 素以有机态 N 贮存于土壤中,不能直接供植物吸收利用。3 个茶园中,碧波山庄茶园的 N 的有效利用率相对高些。

(2)P 元素

从表 2 知,各茶园土壤全 P 含量差异显著,但总体都属于中等的水平。全 P 含量最高的北垛春茶园,平均值为 1 300.00 mg/kg。全 P 含量比较低的是北叶青茶园,平均含量仅为 330.57 mg/kg,属于较低水平。

从表 2 可知,速效 P 含量介于 5.0 ~ 356.18 mg/kg,变化幅度较大,平均含量为 199.40 mg/kg,由表 3 可知,总体上处于非常高水平。碧波山庄和北垛春土壤速效 P 含量属于非常丰富的水平,而北叶青茶园的速效 P 含量则处于缺乏的水平。

从表 4 可见,P 的有效率为 15.10%,利用的程度总体较高。尤其是北垛春茶园利用率最高,达到 24.83%;其次是碧波山庄,利用率也较高;北叶青茶园利用率最低,仅有 2.09%,几乎为北垛春茶园利用率的 1/12。

表4 营养元素 N,P,K 的有效率数值

有效性	N 的有效率%	P 的有效率%	K 的有效率%
北叶青1	3.72	1.68	0.34
北叶青2	6.51	1.97	0.17
北叶青3	7.81	2.62	0.03
北叶青均值	6.01	2.09	0.18
北垛春1	5.72	15.54	0.21
北垛春2	3.92	33.50	0.21
北垛春3	7.62	25.45	0.26
北垛春均值	5.75	24.83	0.23
碧波山庄1	5.72	27.47	1.31
碧波山庄2	9.15	11.01	0.19
碧波山庄3	7.35	16.68	0.55
碧波山庄均值	7.40	18.39	0.68
总体均值	6.39	15.10	0.36

(3)K 元素

从表 2 可见,各茶叶基地土壤全 K 受成土母质的影响,含量是较高的,平均值高达 32 333 mg/kg。各茶园的全 K 含量差异不大。由表 3 可知,全国土壤速效 K 含量对应水平等级中,100 ~ 150 mg/kg 为适量;>150 mg/kg 为富 K。由表 2 可知,茶园土壤的速效 K 的含量平均值为 125.64 mg/kg,总的来说,K 的含量属于适量。对比几个茶园的情况,北叶青茶园和北垛春茶园总体属于缺 K,而碧波山庄茶园总体上则属于富 K。从表 4 可见,K 的有效利用率介于 0.03% ~ 1.31%,平均值仅为 0.36%,利用率很低,这与成土母质有关系^[9]。

3.2 土壤肥力质量等级的评定

通过对样品的 pH、有机质、全 N 等 8 项土壤肥力质量指标的分析 and 数据的整理,对茶叶基地进行

等级评定。

3.2.1 单项肥力质量指标的隶属度

根据隶属度函数公式和拟定的转折点的取值,分别计算出茶园各品种茶树生长地的各项肥力质量指标的隶属度值 N_i (表 5) 在 0.1 ~ 1.0 之间,值的大小反映了其隶属的程度,最大值 1.0 表示指标元素的含量处于最适宜的状态,适宜茶树的生长,最小值 0.1 表示该指标元素含量严重缺乏,不适宜茶树生长。

表 5 各项土壤肥力质量指标的隶属度值 N_i

土样	速效 N	速效 P	速效 K	有机质	pH	全量 N	全量 P	全量 K
北叶青 1	0.10	0.22	0.24	0.15	1.00	0.10	0.12	1.00
北叶青 2	0.10	0.10	0.12	0.10	0.99	0.10	0.10	1.00
北叶青 3	0.10	0.30	0.10	0.10	1.00	0.10	0.10	1.00
北垛春 1	0.19	1.00	0.14	0.10	1.00	0.14	0.73	1.00
北垛春 2	0.38	1.00	0.14	0.51	0.10	0.64	1.00	1.00
北垛春 3	0.19	1.00	0.18	0.10	0.21	0.10	0.56	1.00
碧波山庄 1	0.19	1.00	1.00	0.10	0.26	0.14	1.00	1.00
碧波山庄 2	0.19	0.10	0.17	0.10	0.10	0.10	0.10	1.00
碧波山庄 3	0.38	1.00	0.48	0.10	0.55	0.14	0.49	1.00

3.2.2 单项肥力质量指标的权重

根据 8 项指标的测定结果,应用 SPSS 软件,求出单项肥力质量指标间的相关系数,得到如下相关系数矩阵 R,见表 6。

表 6 土壤肥力质量指标间的相关系数矩阵 R

指标	有效 N	有效 P	有效 K	有机质	pH	全量 N	全量 P	全量 K
有效 N	1.000	0.590	0.199	0.431	-0.852	0.679	0.597	0.209
有效 P	0.590	1.000	0.473	0.549	-0.617	0.837	0.984	0.228
有效 K	0.199	0.473	1.000	-0.165	-0.336	0.140	0.563	0.600
有机质	0.431	0.549	-0.165	1.000	-0.225	0.881	0.513	-0.151
pH	-0.852	-0.617	-0.336	-0.225	1.000	-0.517	-0.607	-0.500
全量 N	0.679	0.837	0.140	0.881	-0.517	1.000	0.828	-0.016
全量 P	0.597	0.984	0.563	0.513	-0.607	0.828	1.000	0.267
全量 K	0.209	0.228	0.629	-0.151	-0.535	-0.016	0.267	1.000

由表 7 计算出各指标与其他指标相关系数绝对值的平均值,之后求出该平均值占所有肥力质量指标相关系数平均值之和的百分率,由此得到各项肥力指标的权重 (W_i),见表 7。

3.2.3 土壤肥力质量的综合指标值和等级

各茶园不同茶树品种的土壤肥力质量的评定等

级见表 8。可知茶园肥力水平为北垛春茶园 > 碧波山庄茶园 > 北叶青茶园。北叶青茶园各茶叶基地土壤肥力质量等级都属于较低水平,总体土壤肥力水平也较低,其中以生长黄山群体茶叶品种的茶叶基地土壤肥力最差;北垛春茶园与碧波山庄茶园的土壤肥力水平较好些,但北垛春茶园的土壤肥力质量相对更好些,其中北垛春茶园生长黄山群体品种茶树的土壤肥力水平相对最好。

表 7 各肥力质量指标的权重系数 (W_i)

肥力质量指标	有效 N	有效 P	有效 K	有机质	pH	全量 N	全量 P	全量 K
相关系数平均值	0.508	0.611	0.358	0.416	0.527	0.557	0.623	0.282
权重系数 (W_i)	0.131	0.157	0.092	0.107	0.136	0.143	0.160	0.073

表 8 各茶叶基地土壤肥力质量等级

茶园	北叶青			北垛春			碧波山庄		
	北叶青 1	北叶青 2	北叶青 3	北垛春 1	北垛春 2	北垛春 3	碧波山庄 1	碧波山庄 2	碧波山庄 3
IFI	0.328	0.288	0.319	0.551	0.612	0.415	0.573	0.184	0.508
等级	较低	较低	较低	中等	较高	中等	较高	低等	中等
综合 IFI	0.312			0.526			0.422		
等级	较低			中等			中等		

4 结语

(1)通过对日照茶树种植区的 3 个茶园土壤的 9 项土壤肥力质量指标的分析研究表明,北叶青茶园的 pH 较高,不是很适合茶树生长,另外 2 个茶园 pH 含量适中;3 个茶园的有机质含量都很低;各茶园全 N 含量也不高,有效 N 含量总体属于较低水平,但各茶园差别较大,其中北叶青茶园含量最低,另外 2 个茶园水平相当;N 的有效率也比较低,其中北垛春茶园 N 的利用率最低。各茶园全 P 含量中等,有效 P 含量总体处于非常高的水平,其中北叶青茶园的全 P 和有效 P 含量以及 P 的利用率均比另外 2 个茶园明显偏低。各茶园全 K 含量明显偏高,有效 K 总体含量水平适中。北叶青茶园全 K 和有效 K 的含量水平以及 K 的利用率均比另外 2 个茶园低。可见,N,P,K 在碧波山庄茶园和北垛春茶园的土壤中含量状况明显好于北叶青茶园。经分析可知,3 个茶园的综合肥力状况为:北垛春茶园 > 碧波山庄茶园 > 北叶青茶园。

(2)建议在北叶青茶园施用硫磺、硫酸铝等酸化土壤,降低茶园土壤 pH 值,提高土壤微量元素有

效性。在 3 个茶园中增施有机肥,3 个茶园土壤有机质含量都为很缺乏的水平,所以应增施有机肥,改善土壤结构,增加土壤有机质含量,提高并改善土壤肥力质量。合理施用 N,P,K 肥。尤其要重施适当多施 N,P 肥,因 3 个茶园土壤全 N 和全 P 含量较低。此外,要讲究科学施肥,注意协调 N,P 和 K 肥的施肥比例,并根据各茶园的实际情况施肥。

参考文献:

- [1] 刘宁,李新举.基于 GIS 的黄河三角洲土壤肥力质量自动化评价[J].土壤通报,2006,37(6):1055-1056.
- [2] 蔡金洲,翟琨.恩施州魔芋种植基地土壤肥力评价[J].湖北农业科学,2010,49(4):829-831.

- [3] 郝吟菊,周卫军.长沙百里苗木走廊土壤肥力诊断与质量评价[J].浙江林业科技,2009,29(5):30.
- [4] 颜雄,张杨珠,周卫军,等.长沙县“百里茶廊”6 个茶叶基地的土壤肥力质量评价[J].农业现代化研究,2007,28(3):355.
- [5] 吕新,寇金梅,李宏伟.模糊判断方法在土壤肥力综合评价中的应用研究[J].干旱地区农业研究,2004,22(3):56-59.
- [6] 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.
- [7] 伍晓丽,彭锐,崔广林,等.黔川渝三地野生青蒿土壤养分状况调查分析[J].西南大学学报,2010,32(3):82-87.
- [8] 田大伦,高述超.薜荔及其生长的土壤营养元素含量特征[J].中南林业科技大学学报,2010,30(1):1-7.
- [9] 王学,张祖陆,王茂香,等.日照茶树种植区表层土壤营养元素地球化学特征分析[J].山东国土资源,2011,27(6):18-22.

Assessment of Soil Fertility in Typical Tea - planting Areas in Rizhao City

WANG Maoxiang¹, ZHANG Zulu¹, WANG Xue¹, ZHANG Lun¹, DAI Jierui²

(1. Population Resources and Environment College of Shandong Normal University, Shandong Jinan 250014, China; 2. Shandong Geological Surveying Institute, Shandong Jinan 250013, China)

Abstract: Through collecting samples in the field and determination in the door, regarding 3 typical tea - planting areas as the studying objects, choosing 3 kinds of tea in each tea planting area respectively, soil samples in 9 tea planting areas have been gained. Soil fertility contents of pH, organic matter, total N, P and K, available N, P and K have been studied. Regarding these results as evaluation ratio, by using fuzzy comprehensive assessment method, soil fertility quality of 3 typical tea planting areas in Rizhao city have been comprehensively evaluated. As showed by the result, the tea plantation integrative fertility level is Beduochun > Biboshanzhuang > Beyeqing. In general, pH value of tea planting areas are relatively moderate, organic matter is scarce, total N content is low, total P content is medium, total K content is higher, effective N content is very lack, effective P content is extremely rich, and effective K content medium. According to the results, some suggestions for the construction of typical tea gardens in this area are put forward.

Key words: Soil fertility; Fuzzy comprehensive evaluation; nutrient elements; Rizhao city