

DOI: 10.13758/j.cnki.tr.2020.01.003

吴志丹, 江福英, 张磊, 等. 福建省安溪县铁观音茶园土壤氮素状况. 土壤, 2020, 52(1): 16–24

## 福建省安溪县铁观音茶园土壤氮素状况<sup>①</sup>

吴志丹<sup>1,2</sup>, 江福英<sup>1</sup>, 张磊<sup>1</sup>, 尤志明<sup>1,2\*</sup>

(1 福建省农业科学院茶叶研究所/农业部福建茶树及乌龙茶加工科学观测实验站, 福州 350013; 2 福建省红壤山地农业生态过程重点实验室, 福州 350013)

**摘要:** 为了解福建省安溪县铁观音茶园土壤氮素供应能力, 对安溪县 77 个铁观音茶园土壤(分 0~20、20~40 cm 两个土层)全氮、碱解氮含量及对应的铁观音茶叶氮含量进行了测试分析。结果表明: 安溪县铁观音茶园 0~20 cm 土层土壤全氮含量属中上水平, 平均值 1.13 g/kg, II 级(尚可)及以上样点比例达 90.9%; 20~40 cm 土层土壤全氮含量属中下水平, 平均值 0.81 g/kg, II 级(尚可)及以下样点比例占 77.9%。黄壤、红壤、水稻土改植、赤红壤茶园土壤全氮含量较高, 粗骨土、潮砂土茶园土壤全氮含量较低; 土壤全氮与有机质含量呈显著的正相关关系。安溪县铁观音茶园土壤碱解氮总体含量较为丰富, 0~20 cm 土层土壤碱解氮含量平均值 105.42 mg/kg, II 级(尚可)及以上样点比例达到 97.4%; 20~40 cm 土层平均值 75.02 mg/kg, II 级(尚可)以上样点比例占 84.4%。黄壤、红壤、赤红壤、水稻土改植茶园土壤碱解氮含量较高, 粗骨土、潮砂土茶园土壤碱解氮含量较低; 土壤碱解氮与全氮、有机质含量呈显著的正相关关系。供试铁观音茶叶氮含量与土壤全氮、碱解氮含量相关关系不显著, 土壤碱解氮含量能否作为铁观音茶园土壤供氮能力的指标, 以及在铁观音茶树的营养诊断时采摘鲜叶的氮素含量是否能作为茶树氮素缺乏的诊断指标有待进一步研究。安溪县铁观音茶园土壤氮素管理时应注重氮肥深施, 同时增施有机肥、降低速效氮肥的施用比例。

**关键词:** 氮素; 土壤; 铁观音茶; 安溪县

**中图分类号:** S158.3 **文献标志码:** A

### Study on Soil Nitrogen Status of Tieguanyin Tea Gardens in Anxi County of Fujian Province

WU Zhidan<sup>1,2</sup>, JIANG Fuying<sup>1</sup>, ZHANG Lei<sup>1</sup>, YOU Zhiming<sup>1,2\*</sup>

(1 Tea Research Institute, Fujian Academy of Agricultural Sciences / Scientific Observing and Experimental Station of Tea Tree and Oolong Tea Processes in Fujian, Ministry of Agriculture, Fuzhou 350013, China, China; 2 Fujian Province Key Laboratory of Agro-Ecological Processes in Hilly Red Soil, Fuzhou 350013, China)

**Abstract:** The contents of nitrogen (N) in soils and N concentrations in tea leaves and their relationship within 77 Tieguanyin tea (*Camellia sinensis*(L.) O. Kuntze cv. Tieguanyin) gardens in Anxi County of Fujian Province were investigated in this study. The results showed that soil total N contents in 0–20 cm layers were above the average grade with an average content of 1.13 g/kg, the proportion of soil samples with grade II (ordinary) and the higher grades reached 90.9%; while soil total N contents in 20–40 cm soil layers were below the average grade with an average content of 0.81 g/kg, the proportion of soil samples with grade II (ordinary) and the lower grade reached 77.9%. Soil alkaline nitrogen contents in 0–20 cm layers were abundant with an average of 105.42 mg/kg, the proportion of soil samples with grade II (ordinary) and the higher grades was 97.4%. The average of soil alkaline nitrogen contents in 20–40 cm layers was 75.02 mg/kg, the proportion of soil samples with grade II (ordinary) and the higher grades was 84.4%. Total N and alkaline nitrogen contents were higher in yellow soils, red soils, paddy soils and latosolic red soils while lower in the skeletal soils and fluvo-aquic soils. There was a significant positive correlation between the contents of soil total N and organic matter, between the contents of soil alkaline nitrogen and total nitrogen as well as organic matter. There was no significant correlation between N concentrations in tea leaves and soil total N and alkaline N contents. Further study is needed to determine whether the concentration of alkaline nitrogen in tea leaves could be used as a diagnostic

①基金项目: 国家重点研发计划项目(2016YFD0200900), 福建省重大科技专项(2017NZ0002)和福建省公益类科研院所专项(2016R1011-4, 2018R1012-1)资助。

\* 通讯作者(youzm@faas.cn)

作者简介: 吴志丹(1983—), 男, 硕士, 副研究员, 主要从事茶树栽培与环境生态研究。E-mail: 1269182@qq.com

index of soil N supplying capacity in Tieguanyin tea gardens and whether N concentration in Tieguanyin tea fresh leaves could be used as a nutrition diagnostic index during the picking stage. Attentions should be paid to deep placing N fertilizers, increasing organic manure and reducing available nitrogen fertilizer.

**Key words:** Nitrogen; Soil; Tieguanyin tea; Anxi County

根据 2015 年中央 1 号文件关于农业发展“转方式、调结构”的战略部署, 2015 年 2 月农业部制定了《到 2020 年化肥使用量零增长行动方案》。方案要求以保障国家粮食安全和重要农产品有效供给为目标, 牢固树立“增产施肥、经济施肥、环保施肥”的理念, 通过推进精准施肥, 减少盲目施肥<sup>[1]</sup>。土壤氮素是土壤肥力中最活跃的因素, 也是农业生产中最重要的限制因子之一<sup>[2]</sup>。土壤氮素在土壤肥力中起着相当重要的作用, 世界粮食增产的 50% 来自土壤氮素的贡献<sup>[3]</sup>。众多研究表明<sup>[4-5]</sup>, 即使在使用大量氮肥情况下, 作物中积累的氮素中仍有 50% 左右来自土壤, 在某些土壤上这个数据更高。土壤中氮素总量及各种存在形态与土壤供氮有着密切的关系, 土壤供氮能力越强, 作物对土壤氮素的依赖性就越强, 氮肥的增产效应和利用率就越低<sup>[6-7]</sup>。因此, 分析土壤全氮及其各种形态氮的含量是评价土壤肥力, 拟定合理施用氮肥的主要根据。

铁观音是闽南乌龙茶的极品, 是中国十大名茶之一。福建省安溪县是铁观音的主要产区, 连续 9 年位列全国百个重点产茶县第一位。随着安溪铁观音茶园矮化密植种植模式的大面积推广应用, 茶园氮肥的盲

目大量施用尤为明显。据阮建云等<sup>[8]</sup>调查研究表明, 安溪县乌龙茶区茶园氮肥投入变化范围 38.3 ~ 2 664.0 kg/hm<sup>2</sup>, 90% 左右茶园氮素投入处于赢余状态。过量的氮肥施用, 导致茶叶产量不再增加或有所下降<sup>[9]</sup>, 同时带来严重的生态环境、农业面源污染等问题<sup>[10-11]</sup>。了解铁观音产区茶园土壤中氮素含量状况, 可有针对性地制定茶园氮肥管理措施, 实现“增产施肥、经济施肥和环保施肥”。据此, 本研究调查福建省主要茶区安溪县铁观音茶园土壤氮素状况, 以为安溪县铁观音茶园的氮肥合理施用提供理论依据和技术支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区概况

试验土壤及茶叶样品采自安溪县铁观音茶园, 试验区概况详见参考文献<sup>[12]</sup>。

### 1.2 样品采集

试验土壤及茶叶样品采集方法详见参考文献<sup>[12]</sup>。样品采集时间为 2016 年 4 月下旬至 5 月上旬, 依据各采样地块茶园开采时间进行样品采集。土壤及茶叶取样样点信息见表 1。

表 1 采样点信息  
Table 1 Basic information of studied tea gardens

样号	地理坐标	海拔 (m)	土壤类型	0~20 cm 土层			20~40 cm 土层			茶叶氮含量 (g/kg)
				有机质 (g/kg)	全氮 (g/kg)	碱解氮 (mg/kg)	有机质 (g/kg)	全氮 (g/kg)	碱解氮 (mg/kg)	
1	118°13'51"E, 25°05'05"N	98	赤红壤	24.06	1.19	114.55	17.80	0.63	78.39	22.40
2	118°13'48"E, 25°05'02"N	85	赤红壤	21.85	0.88	97.27	15.30	0.69	73.91	22.70
3	117°38'41"E, 25°16'58"N	299	红壤	26.76	1.09	202.54	16.64	0.73	71.35	20.70
4	117°38'28"E, 25°16'36"N	277	红壤	27.79	1.20	121.27	23.12	0.97	90.23	21.30
5	117°38'28"E, 25°16'11"N	307	红壤	17.46	0.97	95.35	18.89	0.80	59.51	21.51
6	117°36'15"E, 25°15'42"N	238	红壤	17.77	1.04	77.11	14.76	0.79	55.03	20.90
7	117°40'56"E, 25°17'44"N	317	红壤	16.83	0.94	81.27	15.19	0.73	134.39	19.31
8	117°41'43"E, 25°17'49"N	334	潮砂土	14.57	0.70	63.35	11.83	0.76	51.52	19.40
9	117°41'43"E, 25°41'43"N	331	红壤	20.93	0.88	85.11	18.27	0.76	85.11	22.60
10	117°42'42"E, 25°16'09"N	348	水稻土	17.54	0.96	173.10	17.24	0.94	136.95	19.62
11	117°42'41"E, 25°16'23"N	498	红壤	31.80	1.24	282.53	26.95	1.07	123.51	19.64
12	117°42'42"E, 25°17'05"N	405	水稻土	13.09	0.68	65.59	10.03	0.52	60.79	20.40
13	117°42'45"E, 25°17'02"N	427	红壤	22.13	0.94	95.99	15.09	0.72	64.63	20.12
14	117°44'47"E, 25°17'06"N	531	水稻土	22.11	0.93	74.23	16.56	0.71	63.67	19.30

续表

样号	地理坐标	海拔 (m)	土壤类型	0~20 cm 土层			20~40 cm 土层			茶叶氮含量 (g/kg)
				有机质 (g/kg)	全氮 (g/kg)	碱解氮 (mg/kg)	有机质 (g/kg)	全氮 (g/kg)	碱解氮 (mg/kg)	
15	117°51'50"E, 25°21'28"N	782	黄壤	35.99	1.58	135.67	22.67	0.87	77.11	23.50
16	117°50'68"E, 25°21'32"N	780	黄壤	36.48	1.30	118.39	17.84	0.71	58.87	26.60
17	117°50'31"E, 25°16'49"N	510	红壤	41.43	1.68	214.70	36.88	1.40	181.74	24.70
18	117°50'25"E, 25°16'53"N	509	水稻土	18.54	0.80	68.79	30.09	0.78	61.11	24.10
19	117°50'25"E, 25°16'04"N	600	黄壤	25.41	1.03	88.31	11.11	0.45	54.07	21.90
20	117°49'18"E, 25°17'06"N	640	红壤	36.63	1.35	127.67	41.52	1.10	104.63	22.40
21	117°48'34"E, 25°17'17"N	671	红壤	27.07	1.18	118.71	17.57	0.71	69.75	20.40
22	117°47'54"E, 25°17'33"N	753	粗骨土	8.04	0.40	36.80	9.09	0.33	33.28	22.80
23	117°48'26"E, 25°17'08"N	807	红壤	28.66	1.20	107.51	18.79	0.83	93.75	21.80
24	117°53'02"E, 25°18'03"N	402	红壤	20.58	0.80	81.91	11.69	0.47	68.15	21.00
25	117°50'22"E, 25°16'40"N	596	黄壤	46.27	1.61	100.47	31.26	1.12	67.51	22.20
26	117°50'31"E, 25°16'49"N	520	粗骨土	15.99	0.61	58.23	12.19	0.40	34.24	23.33
27	117°51'27"E, 25°15'43"N	580	红壤	30.30	1.31	62.07	24.13	0.98	43.52	21.00
28	117°51'23"E, 25°15'44"N	605	水稻土	28.92	1.14	84.47	27.69	1.16	75.83	21.36
29	117°51'43"E, 25°15'33"N	668	黄壤	26.91	1.13	83.19	23.64	0.93	66.87	20.40
30	117°52'00"E, 25°15'25"N	689	黄壤	25.39	1.04	75.83	16.93	0.71	62.07	20.84
31	117°52'08"E, 25°15'02"N	719	黄壤	24.95	0.99	75.51	16.09	0.60	55.03	20.77
32	117°47'03"E, 25°17'54"N	532	黄壤	49.59	1.96	137.59	41.16	1.57	117.11	19.60
33	117°48'05"E, 25°19'22"N	989	红壤	28.95	1.28	110.71	24.70	0.95	92.79	22.40
34	117°48'25"E, 25°18'22"N	934	红壤	24.97	1.04	96.31	14.76	0.66	72.31	21.71
35	118°00'30"E, 25°15'32"N	722	红壤	35.10	1.34	110.39	22.74	0.80	79.35	23.80
36	118°00'31"E, 25°15'24"N	742	红壤	39.06	1.61	265.90	35.65	1.42	107.83	24.80
37	118°00'20"E, 25°15'38"N	723	红壤	33.74	1.31	107.83	25.32	1.02	86.71	24.10
38	118°08'54"E, 25°09'35"N	425	红壤	23.23	0.81	67.51	11.09	0.43	43.52	20.63
39	118°08'49"E, 25°09'36"N	428	水稻土	28.64	1.24	106.23	24.19	1.12	113.59	21.62
40	118°08'41"E, 25°09'45"N	476	红壤	22.96	0.98	94.39	19.66	0.82	97.59	20.20
41	118°08'53"E, 25°09'55"N	471	红壤	31.02	1.27	134.71	22.75	0.98	97.27	18.94
42	117°48'59"E, 24°57'22"N	815	红壤	18.16	1.07	70.39	11.37	0.41	16.32	27.60
43	117°48'53"E, 24°57'26"N	796	红壤	24.95	1.04	66.23	17.84	0.90	53.75	29.60
44	117°48'51"E, 24°57'30"N	804	红壤	21.17	1.04	60.15	14.78	0.66	37.12	25.80
45	117°48'49"E, 24°57'17"N	786	红壤	26.37	1.03	86.39	16.83	0.72	57.59	26.90
46	117°44'14"E, 25°22'16"N	780	黄壤	20.08	0.96	96.31	7.94	0.34	32.32	20.81
47	117°44'12"E, 25°22'09"N	766	黄壤	23.57	0.97	112.31	9.25	0.35	29.76	22.03
48	117°44'49"E, 25°21'41"N	767	水稻土	27.34	1.06	77.11	23.12	0.89	61.75	17.68
49	117°46'11"E, 25°21'13"N	506	红壤	23.26	1.03	115.83	13.96	0.60	74.87	20.84
50	117°47'05"E, 25°20'22"N	653	水稻土	22.55	1.09	94.71	14.93	0.64	64.95	24.92
51	117°57'38"E, 25°01'03"N	472	红壤	29.37	1.42	113.91	20.88	1.00	88.95	20.50
52	117°56'08"E, 24°59'41"N	775	红壤	32.30	1.45	113.91	23.20	0.97	75.19	22.30
53	117°56'19"E, 24°59'06"N	972	红壤	35.41	1.51	136.63	29.17	0.54	104.95	22.10
54	117°55'36"E, 24°59'01"N	994	红壤	23.75	1.15	92.15	20.00	0.62	58.55	25.20
55	117°55'25"E, 24°58'53"N	1067	红壤	19.60	0.66	72.95	20.78	0.72	86.39	24.20
56	117°55'27"E, 24°58'46"N	1097	红壤	21.44	0.93	82.55	18.69	0.74	66.23	28.20
57	117°58'37"E, 24°01'10"N	257	水稻土	31.33	1.51	121.91	29.42	1.36	92.79	22.10
58	117°46'33"E, 25°11'08"N	891	黄壤	23.62	0.84	103.99	14.68	0.59	61.11	22.20

续表

样号	地理坐标	海拔 (m)	土壤类型	0~20 cm 土层			20~40 cm 土层			茶叶氮含量 (g/kg)
				有机质 (g/kg)	全氮 (g/kg)	碱解氮 (mg/kg)	有机质 (g/kg)	全氮 (g/kg)	碱解氮 (mg/kg)	
59	117°46'33"E, 25°11'03"N	806	红壤	21.21	0.89	80.31	15.93	0.60	61.75	23.20
60	117°44'37"E, 25°10'40"N	763	粗骨土	22.97	0.80	52.48	20.23	0.69	48.00	19.36
61	117°44'44"E, 25°10'33"N	776	黄壤	35.38	1.49	98.87	42.91	1.15	79.35	23.70
62	117°42'53"E, 25°10'33"N	930	粗骨土	22.57	0.89	81.59	13.57	0.61	59.51	21.33
63	117°42'54"E, 25°12'35"N	936	黄壤	35.82	1.47	128.63	30.07	1.12	91.51	22.70
64	117°42'59"E, 25°12'30"N	919	黄壤	36.58	1.34	113.27	30.98	1.12	103.35	20.98
65	117°43'06"E, 25°12'14"N	930	黄壤	41.06	1.54	148.15	25.00	0.97	96.31	21.00
66	117°43'04"E, 25°12'08"N	929	红壤	36.97	1.40	177.90	21.36	0.88	94.71	20.20
67	117°43'00"E, 25°11'57"N	881	黄壤	39.59	1.46	132.47	36.31	1.27	119.99	21.91
68	117°43'13"E, 25°11'47"N	898	黄壤	33.59	1.65	139.83	21.14	0.90	83.51	20.20
69	117°43'18"E, 25°11'43"N	879	潮砂土	20.24	0.79	98.23	15.59	0.65	65.91	19.87
70	117°43'07"E, 25°11'27"N	880	黄壤	30.57	1.27	122.55	23.30	0.90	102.07	20.54
71	117°43'17"E, 25°11'24"N	845	黄壤	35.70	1.48	148.15	24.98	1.25	94.71	20.42
72	117°52'14"E, 25°14'40"N	746	红壤	24.20	0.94	120.31	20.37	0.77	73.91	24.20
73	117°52'18"E, 25°14'18"N	736	红壤	28.66	1.08	62.71	21.11	0.62	38.72	24.00
74	117°53'48"E, 25°10'29"N	647	红壤	6.56	0.31	27.52	9.02	0.21	31.36	25.07
75	117°53'01"E, 25°10'49"N	650	红壤	33.67	1.39	110.39	30.44	1.14	91.83	24.65
76	117°52'17"E, 25°11'24"N	681	红壤	19.70	0.93	60.79	15.86	0.69	45.76	22.40
77	117°50'19"E, 25°10'30"N	680	黄壤	29.16	1.31	96.31	22.28	0.71	66.87	20.76

### 1.3 测定项目及方法

土壤全氮测定采用凯氏消煮法,碱解氮测定采用碱解扩散法, pH 测定采用电位法(水土比 2.5 : 1), 有机质测定采用高温外热重铬酸钾氧化-容量法; 茶叶全氮测定采用 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 消化-蒸馏法<sup>[13]</sup>。

### 1.4 数据分析

数据分析采用 DPS 6.85 及 Excel 2010 进行。

## 2 结果与分析

### 2.1 土壤全氮含量及影响因素

供试安溪县 77 个铁观音茶园 0~20 cm 土层土壤全氮含量变幅为 0.31~1.96 g/kg, 平均值为 1.13 g/kg; 20~40 cm 土层变幅为 0.21~1.57 g/kg, 平均值为 0.81 g/kg(表 2)。茶园土壤全氮含量在剖面分布上表现为上层土壤高于下层土壤。

NYT853—2004《茶叶产地环境技术条件》中茶园土壤全氮 I 级(优良)、II 级(尚可)和 III 级(较差)的指标分别为 >1.0、0.8~1.0、<0.8 g/kg<sup>[14]</sup>。据此, 供试安溪县 77 个铁观音茶园 0~20 cm 土层土壤全氮含量为 I 级的样点比例为 63.6%, II 级为 27.3%, III 级为 9.1%; 20~40 cm 土层土壤全氮含量为 I 级的样点比例为 22.1%, II 级为 23.4%, III 级为 54.5%。从全县

茶园土壤全氮含量均值看, 0~20 cm 土层土壤全氮均值属于 I 级(优良)级别、II 级(尚可)及以上样点比例达 90.9%, 总体含量属中上水平; 20~40 cm 土层土壤全氮均值属于 II 级(尚可)级别, II 级(尚可)及以下样点比例占 77.9%, 总体含量属中下水平。

不同土壤类型茶园土壤全氮含量有较大差异, 其中黄壤、红壤、水稻土改植、赤红壤茶园土壤全氮含量较高, 而粗骨土、潮砂土茶园土壤全氮含量较低(表 3)。与郑丽燕等<sup>[15]</sup>2009 年报道水稻土改植的福建铁观音茶园土壤具有最高的土壤全氮含量结果不同, 这可能与土地利用方式的改变有关, 水稻土改植茶园后, 滞水潴育过程的消失, 造成土壤有机质及全氮含量的降低<sup>[16-17]</sup>。

有机氮是土壤三大氮源的主体, 它的含量和分布与土壤有机质密切相关。如图 1 所示, 供试铁观音茶园 0~20、20~40 cm 土层土壤有机质与土壤全氮的相关系数分别为 0.93\*\* 和 0.86\*\*, 相关关系极显著 ( $P < 0.01$ ,  $n=77$ ;  $P_{0.05}(77)=0.224$ ,  $P_{0.01}(77)=0.292$ , 下同), 说明有机质含量直接对土壤氮素储量及供应能力产生影响。

### 2.2 土壤碱解氮含量及影响因素

供试安溪县 77 个铁观音茶园 0~20 cm 土层土壤

表 2 安溪县铁观音茶园土壤全氮含量状况  
Table 2 Total nitrogen contents in soils of Tieguanyin tea gardens in Anxi County

采样地点	样品数	土层 (cm)	全氮含量(g/kg)		各等级样点比例(%)		
			范围	均值	I	II	III
参内乡	2	0~20	0.88~1.19	1.04±0.22	50.0	50.0	0.0
		20~40	0.63~0.69	0.66±0.04	0.0	0.0	100.0
福田乡	12	0~20	0.68~1.24	0.96±0.17	33.3	50.0	16.7
		20~40	0.52~1.07	0.79±0.14	8.3	25.0	66.7
感德镇	20	0~20	0.40~1.96	1.17±0.37	75.0	15.0	10.0
		20~40	0.33~1.57	0.84±0.33	25.0	25.0	50.0
湖上乡	3	0~20	1.31~1.61	1.42±0.17	100.0	0.0	0.0
		20~40	0.80~1.42	1.08±0.31	66.7	33.3	0.0
魁斗镇	4	0~20	0.81~1.27	1.08±0.22	50.0	50.0	0.0
		20~40	0.43~1.12	0.84±0.30	25.0	50.0	25.0
龙涓乡	4	0~20	1.03~1.07	1.05±0.02	100.0	0.0	0.0
		20~40	0.41~0.90	0.67±0.20	0.0	25.0	75.0
桃舟乡	5	0~20	0.96~1.09	1.02±0.06	60.0	40.0	0.0
		20~40	0.34~0.89	0.56±0.23	0.0	20.0	80.0
西坪镇	7	0~20	0.66~1.51	1.23±0.33	71.4	14.3	14.3
		20~40	0.54~1.36	0.85±0.28	28.6	14.3	57.1
祥华乡	14	0~20	0.79~1.65	1.24±0.32	64.3	28.6	7.1
		20~40	0.59~1.27	0.91±0.25	35.7	28.6	35.7
长坑乡	6	0~20	0.31~1.39	0.99±0.38	50.0	33.3	16.7
		20~40	0.21~1.14	0.69±0.30	16.7	0.0	83.3
全县/平均	77	0~20	0.31~1.96	1.13±0.30	63.6	27.3	9.1
		20~40	0.21~1.57	0.81±0.27	22.1	23.4	54.5

表 3 土壤类型对安溪县铁观音茶园土壤氮素含量的影响  
Table 3 Nitrogen contents in different soils of Tieguanyin tea gardens in Anxi County

土壤类型	样品数	土层 (cm)	全氮含量(g/kg)		碱解氮含量(mg/kg)	
			范围	均值	范围	均值
赤红壤	2	0~20	0.88~1.19	1.04±0.22	97.27~114.55	105.91±12.22
		20~40	0.63~0.69	0.66±0.04	73.91~78.39	76.15±3.17
红壤	40	0~20	0.31~1.68	1.12±0.27	27.52~282.53	109.81±53.06
		20~40	0.21~1.42	0.80±0.24	16.32~181.74	77.02±30.46
黄壤	20	0~20	0.84~1.96	1.32±0.29	75.51~148.15	112.79±23.32
		20~40	0.34~1.57	0.88±0.33	29.76~119.99	75.98±25.17
水稻土	9	0~20	0.68~1.51	1.05±0.24	65.59~173.10	96.24±34.19
		20~40	0.52~1.36	0.90±0.27	60.79~136.95	81.27±27.59
粗骨土	4	0~20	0.40~0.89	0.68±0.22	36.80~81.59	57.27±18.57
		20~40	0.33~0.69	0.51±0.17	33.28~59.51	43.76±12.47
潮砂土	2	0~20	0.70~0.79	0.75±0.06	63.35~98.23	80.79±24.66
		20~40	0.65~0.76	0.71±0.08	51.52~65.91	58.71±10.18

碱解氮含量变幅为 27.52 ~ 282.53 mg/kg, 平均值为 105.42 mg/kg; 20~40 cm 土层变幅为 16.32~181.74 mg/kg, 平均值为 75.02 mg/kg(表 4)。茶园土壤碱解氮含量在剖面分布上表现为上层土壤高于下层土壤。

NYT853—2004《茶叶产地环境技术条件》中茶园土壤碱解氮 I 级(优良)、II 级(尚可)和 III 级(较差)的指标分别为 >100、50~100、<50 mg/kg<sup>[14]</sup>。据此, 供试安溪县 77 个铁观音茶园 0~20 cm 土层土壤碱解

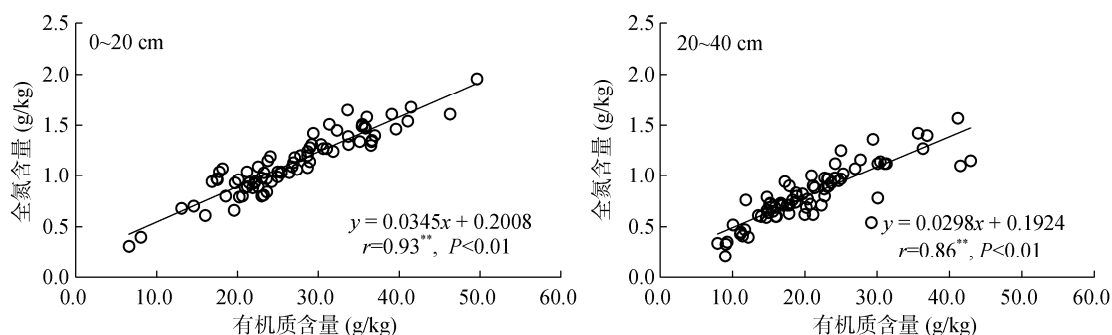


图 1 土壤有机质含量与全氮含量的关系

Fig.1 Correlation between soil total nitrogen and organic matter contents

表 4 安溪县铁观音茶园土壤碱解氮含量状况

Table 4 Alkali-hydrolysable nitrogen contents in soils of Tieguanyin tea gardens in Anxi County

采样地点	样品数	土层 (cm)	碱解氮含量(mg/kg)		各等级样点比例(%)		
			范围	均值	I	II	III
参内乡	2	0~20	97.27~114.55	105.91 ± 12.22	50.0	50.0	0.0
		20~40	73.91~78.39	76.15 ± 3.17	0.0	100.0	0.0
福田乡	12	0~20	63.35~282.53	118.12 ± 67.43	33.3	66.7	0.0
		20~40	51.52~136.95	83.06 ± 31.50	25.0	75.0	0.0
感德镇	20	0~20	36.80~214.70	99.14 ± 38.24	45.0	50.0	5.0
		20~40	33.28~181.74	74.49 ± 33.06	15.0	70.0	15.0
湖上乡	3	0~20	107.83~265.90	161.37 ± 90.53	100.0	0.0	0.0
		20~40	79.35~107.83	91.30 ± 14.78	33.3	66.7	0.0
魁斗镇	4	0~20	67.51~134.71	100.71 ± 27.86	50.0	50.0	0.0
		20~40	43.52~113.59	87.99 ± 30.61	25.0	50.0	25.0
龙涓乡	4	0~20	60.15~86.39	70.79 ± 11.22	0.0	100.0	0.0
		20~40	16.32~57.59	41.20 ± 18.82	0.0	50.0	50.0
桃舟乡	5	0~20	77.11~115.83	99.25 ± 15.53	40.0	60.0	0.0
		20~40	29.76~74.87	52.73 ± 20.41	0.0	60.0	40.0
西坪镇	7	0~20	72.95~136.63	104.86 ± 22.88	57.1	42.9	0.0
		20~40	58.55~104.95	81.87 ± 16.10	14.3	85.7	0.0
祥华乡	14	0~20	52.48~177.90	116.17 ± 33.04	64.3	35.7	0.0
		20~40	48.00~119.99	82.99 ± 20.91	21.4	71.4	7.1
长坑乡	6	0~20	27.52~120.31	79.67 ± 35.32	33.3	50.0	16.7
		20~40	31.36~91.83	58.07 ± 23.27	0.0	50.0	50.0
全县/平均	77	0~20	27.52~282.53	105.42 ± 43.58	46.8	50.6	2.6
		20~40	16.32~181.74	75.02 ± 28.07	15.6	68.8	15.6

氮含量为 I 级的样点比例为 46.8%，II 级为 50.6%，III 级为 2.6%；20~40 cm 土层土壤全氮含量为 I 级的样点比例为 15.6%，II 级为 68.8%，III 级为 15.6%。从全县茶园土壤碱解氮含量均值看，0~20 cm 土层土壤碱解氮含量均值属于 I 级(优良)级别，II 级(尚可)及以上样点比例达到 97.4%；20~40 cm 土层土壤碱解氮含量均值属于 II 级(尚可)级别，II 级(尚可)以上样点比例达到 84.4%。说明安溪县铁观音茶园土壤碱解氮总体含量较为丰富。

不同土壤类型茶园土壤碱解氮含量有较大差异，其中黄壤、红壤、赤红壤、水稻土改植茶园土壤碱解氮含量较高，而粗骨土、潮砂土茶园土壤碱解氮含量较低，与土壤全氮含量在不同土壤类型茶园土壤的分布情况较为一致(表 3)。

供试茶园土壤 0~20、20~40 cm 土层土壤全氮和碱解氮含量的相关系数分别为 0.61\*\*和 0.71\*\*，相关关系极显著( $P < 0.01$ )(图 2)。如图 3 所示，0~20、20~40 cm 土层土壤有机质和碱解氮含量的相关系

数分别为 0.59\*\* 和 0.64\*\*，相关关系极显著( $P < 0.01$ )。土壤全氮是土壤碱解氮的来源，土壤有机质与土壤全

氮相关关系显著，因此土壤有机质也对土壤碱解氮含量产生显著影响。

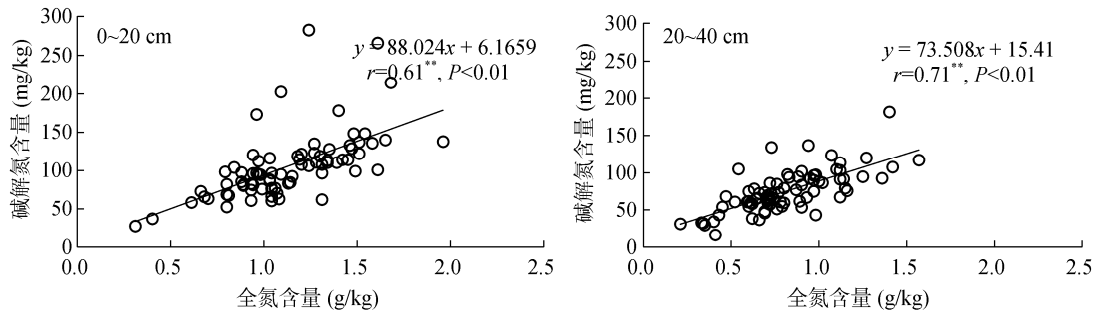


图 2 土壤碱解氮含量与全氮含量的关系

Fig. 2 Correlation between soil alkali-hydrolysable nitrogen and total nitrogen contents

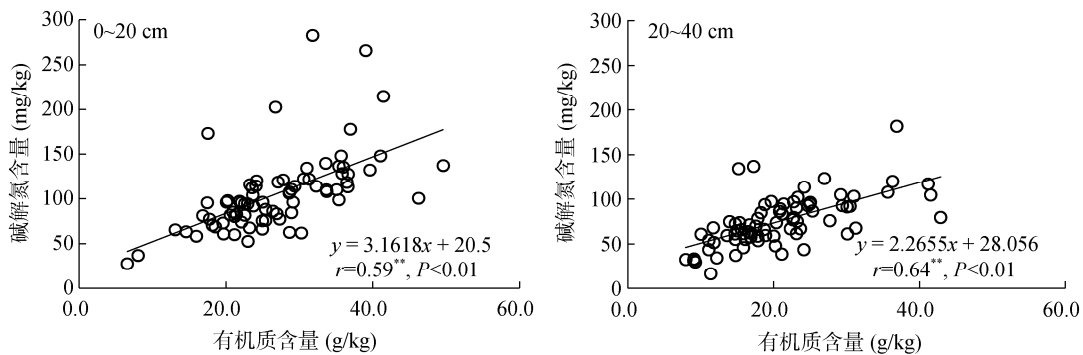


图 3 土壤碱解氮含量与有机质含量的关系

Fig. 3 Correlation between soil alkali-hydrolysable nitrogen and organic matter contents

## 2.3 茶叶氮含量及其与土壤氮含量的关系

**2.3.1 茶叶氮含量** 从表 5 可见，供试铁观音茶叶氮含量变化范围为 17.68 ~ 29.60 g/kg，平均值为 22.16 g/kg。其中以魁斗镇茶叶氮含量最低，平均值为 20.35 g/kg；龙涓乡最高，平均值为 27.48 g/kg。

表 5 安溪县铁观音茶叶氮含量

Table 5 Nitrogen concentrations in Tieguanyin tea leaves in Anxi County

采样地点	样品数	范围(g/kg)	平均值(g/kg)
参内乡	2	22.40 ~ 22.70	22.55 ± 0.21
福田乡	12	19.30 ~ 22.60	20.40 ± 1.04
感德镇	20	19.60 ~ 26.60	22.14 ± 1.68
湖上乡	3	23.80 ~ 24.80	24.32 ± 0.51
魁斗镇	4	18.94 ~ 21.62	20.35 ± 1.11
龙涓乡	4	25.80 ~ 29.60	27.48 ± 1.60
桃舟乡	5	17.68 ~ 24.92	21.26 ± 2.61
西坪镇	7	20.50 ~ 28.20	23.51 ± 2.58
祥华乡	14	19.36 ~ 23.70	21.26 ± 1.31
长坑乡	6	20.76 ~ 25.07	23.51 ± 1.63
全县/平均	77	17.68 ~ 29.60	22.16 ± 2.28

**2.3.2 茶叶氮含量与土壤氮含量的关系** 供试 77 个铁观音茶叶氮含量与土壤 0 ~ 20、20 ~ 40 cm 土层土壤全氮含量的相关系数分别为 -0.08 和 -0.10，与土壤碱解氮含量的相关系数分别为 -0.13 和 -0.22，相关关系均不显著( $P > 0.05$ ) (图 4~5)。这与郑丽燕等<sup>[15]</sup>、胡承孝和黄芳鹤<sup>[18]</sup>的研究结论一致。

茶树一年四季都不断从土壤中吸收氮素，10 月到翌年 3 月所吸收的氮素主要贮存在根系中；茶树不同器官对氮素的需求时期亦有差别，根需氮主要在 9—11 月，茎主要在 7—11 月，叶主要在 4—9 月<sup>[19]</sup>。茶树在氮素供应不足时，根系所吸收的氮转运到茶树各器官，尤其是向叶片内运输的数量较大，因此茶树新叶中的氮与土壤碱解氮含量无显著相关性。章明清等<sup>[20]</sup>研究表明，由于碱解氮指标本身存在的问题，无法与铁观音茶叶相对产量建立数学关系。因此，土壤碱解氮含量是否能作为铁观音茶园土壤供氮能力的指标，以及在铁观音茶树的营养诊断时采摘鲜叶(小至中开面的对夹二、三叶和一芽三、四叶嫩梢)的氮素含量是否能作为茶树缺素的诊断指标有待进一步研究。

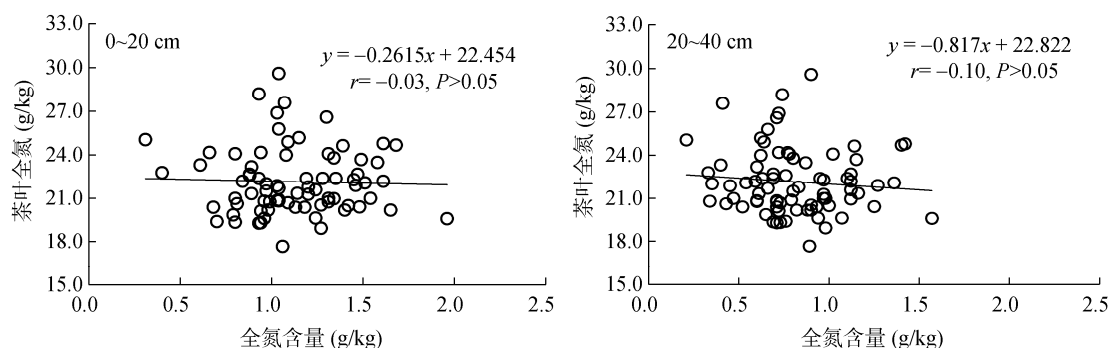


图 4 铁观音茶叶氮含量与土壤全氮含量的关系

Fig. 4 Correlation between nitrogen concentration in Tieganyin tea leaves and total nitrogen content in soil

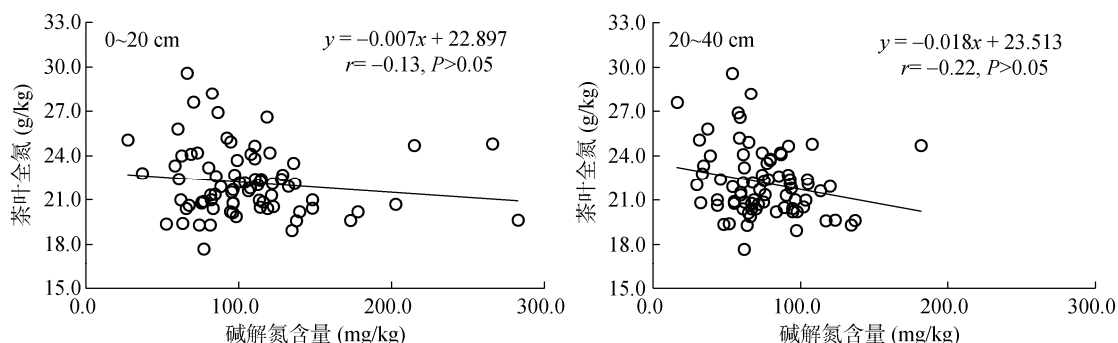


图 5 铁观音茶叶氮含量与土壤碱解含量的关系

Fig. 5 Correlation between nitrogen concentration in Tieganyin tea leaves and alkali-hydrolyzable nitrogen content in soil

## 2.4 安溪县铁观音茶园氮肥施用建议

安溪县铁观音茶园土壤全氮、碱解氮在 0 ~ 20 cm 土层含量较为丰富,而 20 ~ 40 cm 土层含量相对较低;茶树吸收根一般分布在地表下 5 ~ 45 cm 土层,但集中分布处在地表下 20 ~ 30 cm 土层<sup>[19]</sup>,因此在肥料施用时应注意氮肥深施。其次,土壤有机质含量与全氮、碱解氮含量均呈极显著的正相关关系,土壤有机质的提升能有效提高土壤氮素供应能力,在茶园土壤氮素管理时,应该注重有机肥的施用,以提高土壤氮素储量;尤其是开垦在粗骨土、潮砂土等土壤全氮、碱解氮含量较低的土壤类型上的茶园,应该增施有机肥,提高土壤熟化程度。第三,安溪县铁观音茶园土壤碱解氮总体含量较为丰富,土壤碱解氮含量与铁观音茶叶氮含量无显著相关性,因此在氮肥施用时应选择适合的氮肥种类,尽量降低速效氮肥的比例,以提高氮肥利用率。

## 3 结论

1)安溪县铁观音茶园 0 ~ 20 cm 土层土壤全氮含量属中上水平,含量变幅为 0.31 ~ 1.96 g/kg,平均值为 1.13 g/kg, II 级(尚可)及以上样点比例达 90.9%; 20 ~ 40 cm 土层土壤全氮含量属中下水平,含量变幅为 0.21 ~ 1.57 g/kg,平均值为 0.81 g/kg, II 级(尚可)

及以下样点比例占 77.9%。黄壤、红壤、水稻土改植、赤红壤茶园土壤全氮含量较高,而粗骨土、潮砂土茶园土壤全氮含量较低;土壤全氮与有机质含量呈显著的正相关关系。

2)安溪县铁观音茶园土壤碱解氮总体含量较为丰富,0 ~ 20 cm 土层土壤碱解氮含量变幅为 27.52 ~ 282.53 mg/kg,平均值为 105.42 mg/kg, II 级(尚可)及以上样点比例达 97.4%; 20 ~ 40 cm 土层变幅为 16.32 ~ 181.74 mg/kg,平均值为 75.02 mg/kg, II 级(尚可)及以上样点比例达 84.4%。黄壤、红壤、赤红壤、水稻土改植茶园土壤碱解氮含量较高,而粗骨土、潮砂土茶园土壤碱解氮含量较低;土壤碱解氮与全氮、有机质含量呈显著的正相关关系。

3)铁观音茶叶氮含量变化范围为 17.68 ~ 29.60 g/kg,平均值为 22.16 g/kg。铁观音茶叶氮含量与土壤全氮、碱解氮含量相关关系均不显著,土壤碱解氮含量是否能作为铁观音茶园土壤供氮能力的指标,以及在铁观音茶树的营养诊断时采摘鲜叶的氮素含量是否能作为茶树氮素缺素的诊断指标有待进一步研究。

4)安溪县铁观音茶园土壤氮素管理时应注重氮肥深施,同时增施有机肥、降低速效氮肥的施用比例。



**参考文献:**

- [1] 尤志明, 吴志丹, 章明清, 等. 福建茶园化肥减施增效技术研究思路[J]. 茶叶学报, 2017, 58(3): 91-95.
- [2] 叶优良, 张福锁, 李生秀. 土壤供氮能力指标研究[J]. 土壤通报, 2001, 32(6): 273-277.
- [3] 佩德罗, A 桑切兹和约翰, J 尼科雷迪斯. 发展中国家植物营养与土壤限制因素[C]. 联合国粮食及农业组织技术咨询委员会秘书处, 1983: 1-17.
- [4] 朱兆良. 中国土壤氮素研究[J]. 土壤学报, 2008, 45(5): 778-783.
- [5] 巨晓棠, 谷保静. 氮素管理的指标[J]. 土壤学报, 2017, 54(2): 281-296.
- [6] 朱兆良. 我国土壤供氮和化肥氮去向研究的进展[J]. 土壤, 1985, 17(1): 1-9.
- [7] 巨晓棠. 氮肥有效率的观念及意义——兼论对传统氮肥利用率的理解误区[J]. 土壤学报, 2014, 51(5): 921-933.
- [8] 阮建云, 吴洵, 石元值, 等. 中国典型茶区养分投入与施肥效应[J]. 土壤肥料, 2001(5): 9-13.
- [9] 夏建国, 李静, 巩发永, 等. 茶叶高产优化施肥的模拟研究[J]. 茶叶科学, 2005, 25(3): 165-171.
- [10] 马立锋, 陈红金, 单英杰, 等. 浙江省绿茶主产区茶园施肥现状及建议[J]. 茶叶科学, 2013, 33 (1): 74-84.
- [11] 乔春连, 布仁巴音. 合成氮肥对中国茶园土壤养分供应和活性氮流失的影响[J]. 土壤学报, 2018, 55(1): 174-181.
- [12] 吴志丹, 江福英, 尤志明, 等. 福建省安溪铁观音茶园土壤钾素状况[J]. 茶叶学报, 2018, 59(1): 26-32.
- [13] 中国土壤学会. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [14] 中华人民共和国农业部. 茶叶产地环境技术条件: NYT853—2004[S]. 北京: 中国标准出版社, 2004.
- [15] 郑丽燕, 侯玲利, 陈炎辉, 等. 福建铁观音茶园土壤氮素状况研究[J]. 中国生态农业学报, 2009, 17(2): 225-229.
- [16] 刘鑫, 窦森, 李长龙, 等. 开垦年限对稻田土壤腐殖质组成和胡敏酸结构特征的影响[J]. 土壤学报, 2016, 53(1): 137-145.
- [17] 寇太记, 张东亮, 李友军, 等. 粮田改种蔬菜对水稻土壤结构与有机质含量的影响[J]. 山东农业科学, 2013, 45(11): 66-69.
- [18] 胡承孝, 黄芳鹤. 湖北省部分茶园土壤肥力及茶树营养状况的分析[J]. 华中农业大学学报, 1997, 16(3): 87-290.
- [19] 骆耀平主编. 茶树栽培学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2010.
- [20] 章明清, 李娟, 尤志明, 等. 投产铁观音茶园氮磷钾施肥指标研究[J]. 茶叶学报, 2015, 56(3): 151-158.