

铁锰配施对川西蒙山茶叶品质的影响

何霞¹, 夏建国¹, 赵文甫², 王文跃¹

(¹四川农业大学资源环境学院, 四川雅安 625014; ²重庆市合川区发改委农经科, 重庆 401520)

摘要: 土壤中的铁和锰均为植物生长发育的有益元素。采用二次饱和D-最优试验设计进行茶树盆栽土培试验, 以铁、锰肥为自变量, 茶叶氨基酸、咖啡碱、茶多酚和可溶性糖含量为目标函数, 设2因素5水平, 探讨了铁锰配施对茶叶品质的影响。结果表明: 当锰肥施用浓度为0.12 g/kg和铁肥施用浓度为0.03 g/kg时, 茶叶中茶多酚和咖啡碱含量交互效应最高, 平均含量分别为24.78%和2.96%; 当锰肥施用浓度为0.12 g/kg和铁肥施用浓度为0.24 g/kg时, 茶叶中氨基酸和可溶性糖含量交互效应最高, 达到理论最高值, 平均含量分别为2.19%和2.65%。

关键词: 锰; 铁; 茶叶; 品质

中图分类号: S143.1; S571.1

文献标识码: A

论文编号: 2009-0758

Effects under Combined Treatment of Manganese and EDTA-Fe on Qualities of Mengshan Tea in Western Sichuan

He Xia¹, Xia Jianguo¹, Zhao Wenfu², Wang Wenyue¹

(¹College of Resources and Environment, Sichuan Agricultural University, Ya'an Sichuan 625014;

²Development and Reform Commission of Hechuan District, Chongqing 401520)

Abstract: Manganese and EDTA-Fe in the soil both are the beneficial elements for plant growth. Effects under combined treatment of Manganese and EDTA-Fe on quality of Mengshan tea were studied using D-Saturating Optimum Design. The results showed that, when Manganese concentration of treating was 0.12g/kg and EDTA-Fe concentration was 0.03g/kg, the interactive effects of the tea polyphenols and Caffeine were highest, and the average contents were 24.78% and 2.96%. When Manganese concentration of treating was 0.12g/kg and EDTA-Fe concentration was 0.24g/kg, the interactive effects of the amino acid and the soluble sugar were highest and reached the theoretical maximum, and the average contents were 2.19% and 2.65%.

Key words: manganese, EDTA-Fe, tea, quality

0 引言

铁被认为是植物所必需的微量营养元素, Spiller等^[1]的研究表明: 缺铁不仅影响叶绿素的合成, 还会影响叶绿体膜、叶绿素蛋白复合体的合成。在铁胁迫下, 叶绿体形态结构异常, 叶绿素含量减少, 光合速率降低, 呼吸强度减弱, 使植物产量和产品品质下降^[2], 但是铁素对茶叶品质的影响还尚未见有报道。茶树是典型的聚锰植物, 锰是茶树正常生长发育所必需的营养元素之一, 直接参与茶树体内物质和能量代谢的很多过程^[3-4]。目前国内外就锰对茶叶部分品质的

研究较多, 而且已取得显著进展^[5-8]。铁锰之间存在拮抗作用, CappoT在水培条件下研究了茶树锰、铁营养关系认为锰浓度过高对茶树吸收铁有明显的拮抗作用, 而铁浓度过高也会产生对锰的拮抗作用^[6]。目前, 在中国研究铁、锰交互作用以曹德菊等为较优秀的专家, 他们主要是将其应用于油菜, 研究表明锰在叶中含量不大, 铁有体内含量较高^[9]。黄锦龙在喷铁对失绿花生的研究中^[10]发现: 喷Fe使花生叶片中Mn的含量由55.6 mg/kg下降到53.6 mg/kg, Fe/Mn比由2.2增加到7.7, 因此, Fe抑制了Mn的吸收。正因为铁

基金项目: 四川省教育厅青年基金项目(2005B001); 四川农业大学青年科技创新基金项目(2005)。

第一作者简介: 何霞, 女, 1985年出生, 四川遂宁人, 在读硕士, 研究方向: 土壤与植物营养。E-mail: hexia523@163.com。

收稿日期: 2009-04-04, 修回日期: 2009-05-22。

锰之间这种拮抗作用使得其成为研究的热点,目前在国内外铁、锰与茶叶品质的关系研究得甚少故希望通过此试验能够为以后的研究提供少许参考价值。

采用盆栽土培法,研究了铁、锰对茶叶中氨基酸、咖啡碱、茶多酚和可溶性糖等品质指标的影响,为提高和改善茶叶品质提供一定的理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试土壤

供试土壤为酸性紫色土,由白垩系夹关组砂岩坡积物发育而成,采于四川蒙顶山。盆栽试验于2006年10月至2007年9月在四川农业大学新区农场进行,土壤养分状况见表1。

表1 供试土壤养分含量状况

有机质/(g/kg)	全氮/(g/kg)	碱解氮/(mg/kg)	速效磷/(mg/kg)	速效钾/(mg/kg)	pH值	有效锰/(mg/kg)	有效铁/(mg/kg)
8.84	1.23	43.85	1.97	58.94	5.20	27.83	59.99

1.2 供试肥料

供试锰肥为 $MnSO_4 \cdot H_2O$ 且为分析纯试剂,螯合铁肥EDTA-Fe(乙二胺四乙酸铁钠盐) $C_{10}H_{12}FeN_2NaO_8$ 。

1.3 供试茶树品种

供试茶树品种为三年生蒙山早熟213。蒙山是中国两个茶叶原产地保护区之一,具有优越的宜茶生态条件,已被批准为中国无公害茶叶生产基地,蒙山早熟

213茶种为川西地区主栽品种。

1.4 试验方法

试验采用二次饱和D—最优设计^[1],设置锰肥、铁肥2个因素,5水平,共6个处理,3次重复。各因素施肥量水平为:锰肥0.02~0.12 g/kg、铁肥0.03~0.24 g/kg,各因素设计水平及编码值见表2,试验方案见表3。

表2 因素设计水平编码

试验因素	零水平	间距	水平编码			
			-1	λ	μ	1
x_1 (锰肥 g/kg)	0.07	0.05	0.02	0.06	0.09	0.12
x_2 (铁肥 g/kg)	0.14	0.1	0.03	0.13	0.18	0.24

注: $\lambda = -0.1315$ $\mu = 0.3944$ 。

表3 二次饱和D—最优设计实施方案

处理	x_1 (锰肥)		x_2 (铁肥)	
	水平编码	施肥量/(g/kg)	水平编码	施肥量/(g/kg)
1	-1	0.02	-1	0.03
2	1	0.12	-1	0.03
3	-1	0.02	1	0.24
4	λ	0.06	λ	0.13
5	1	0.12	μ	0.18
6	μ	0.09	1	0.24

1.5 茶叶品质指标分析方法

茶多酚采用酒石酸铁比色法(GB/T8313-2002)测定^[12];游离氨基酸总量的测定采用茚三酮比色法(GB/T8314-2002)^[13]测定;咖啡碱的测定采用紫外分光光度法(GB/T8312-2002)^[14]测定;可溶性糖的测定采用蒽酮比色法^[15]测定。

2 结果与分析

2.1 不同处理下茶叶品质的比较

对各处理的茶叶品质指标进行测定,结果见表4。由表4可以看出,茶叶中氨基酸、咖啡碱、茶多酚和可溶性糖含量在不同处理间均存在极显著差异。

从表4可以看出,茶多酚、咖啡碱在处理2时达到最大值;氨基酸、可溶性糖含量在在处理5时值最大。即当锰肥用量0.12 g/kg、铁肥0.03 g/kg时茶多酚和咖啡碱含量较大,而当锰肥用量达0.12 g/kg、铁肥0.18 g/kg时氨基酸和可溶性糖含量较大。这说明锰肥用量在0.12 g/kg较好,而铁肥用量在茶叶不同品质指标间的标准不一致。

2.2 回归方程的建立与检验

对试验结果通过多元回归分析,得到茶叶品质指标含量与铁锰的回归方程,并且对其进行显著性检验。回归方程中 x_1, x_2 为锰和铁的编码值,从对回归方

表4 试验结果

品质指标	含量/%						
	重复	1	2	3	4	5	6
茶多酚	I	20.013	23.851	20.021	20.905	22.163	19.585
	II	19.365	24.756	22.104	21.518	23.021	20.085
	III	18.805	25.641	20.987	19.425	22.564	19.058
	平均	19.394	24.749	21.037	20.616	22.583	19.576
	$\hat{Y}_{\text{茶多酚}}$	19.401	24.775	21.095	20.632	22.602	19.586
氨基酸	I	1.524	1.606	1.741	1.571	1.956	2.078
	II	1.503	1.834	1.952	1.806	2.286	1.986
	III	1.682	1.691	1.765	1.785	2.079	1.775
	平均	1.570	1.710	1.819	1.721	2.107	1.946
	$\hat{Y}_{\text{氨基酸}}$	1.581	1.719	1.802	1.710	2.124	1.984
咖啡碱	I	2.446	3.056	2.365	2.256	2.751	2.275
	II	2.314	2.932	2.376	2.518	2.821	2.325
	III	2.563	2.902	2.451	2.357	2.797	2.372
	平均	2.441	2.963	2.397	2.377	2.790	2.324
	$\hat{Y}_{\text{咖啡碱}}$	2.452	2.992	2.401	2.405	2.811	2.403
可溶性糖	I	1.925	2.215	2.405	2.156	2.416	2.452
	II	1.987	2.302	2.416	2.227	2.509	2.596
	III	2.125	2.281	2.556	2.189	2.598	2.485
	平均	2.012	2.266	2.459	2.191	2.508	2.511
	$\hat{Y}_{\text{可溶性糖}}$	2.145	2.298	2.502	2.105	2.611	2.587

表5 回归方程与F检验

品质	回归方程	F检验
茶多酚	$\hat{Y}_{\text{茶多酚}}=20.726+1.271x_1-0.583x_2+1.502x_1^2-0.721x_2^2-1.416x_1x_2$	13.39**
氨基酸	$\hat{Y}_{\text{氨基酸}}=1.759+0.126x_1+0.181x_2+0.146x_1^2-0.082x_2^2+0.055x_1x_2$	5.56
咖啡碱	$\hat{Y}_{\text{咖啡碱}}=2.381+0.19x_1-0.09x_2+0.294x_1^2-0.062x_2^2-0.071x_1x_2$	7.44**
可溶性糖	$\hat{Y}_{\text{可溶性糖}}=2.231+0.109x_1+0.209x_2+0.094x_1^2+0.022x_2^2-0.017x_1x_2$	7.54**

程显著性检验结果看,说明所建立的回归方程关系显著,预测的茶叶中品质指标含量理论值与实际值拟合度高。将每一处理对应编码值代入相应的回归方程,得到各指标的理论估计值(\hat{Y}),列于表5。

2.3 模型分析

2.3.1 因子主次分析 偏回归系数绝对值的大小可以反映因素的主次,符号的正负反映因素水平的取值方向。例如在茶多酚的数学回归方程中 $|1.271| > |-0.583|$,表明在一定范围内锰肥的施用量是影响茶叶中茶多酚含量的主要因素;而在氨基酸的数学回归方程中 $|0.126| < |0.181|$,表明在一定范围内铁肥的施用量是影响茶叶中氨基酸含量的主要因素;同样可以得

出在一定范围内,锰肥的施用量是影响茶叶中咖啡碱含量的主要因素,铁肥的施用量是影响茶叶中可溶性糖含量的主要因素。

2.3.2 主效因子分析 令各回归方程中 $x_2=0(x_1=0)$,分别用-1, -0.1315, 0.3944和1四个编码值代入回归方程中 $x_1(x_2)$,即可求得不同锰肥(铁肥)用量对各品质指标的影响(表6)。

由表6可知,茶叶中茶多酚、氨基酸、咖啡碱含量在试验范围内随着锰肥的施用量的增加呈先降低后升高的趋势,可溶性糖含量随锰肥施用量的增加而升高;而随着铁肥施用量的增加,氨基酸和可溶性糖呈升高趋势,咖啡碱呈降低趋势,茶多酚呈现先降低再升高又

表6 不同铁锰肥用量对茶叶品质的影响

品质	因子	x_j			
		-1	-0.1315	0.3944	1
茶多酚	锰肥	20.957	20.585	21.461	23.499
	铁肥	19.422	20.79	20.384	19.421
氨基酸	锰肥	1.779	1.745	1.831	2.031
	铁肥	1.496	1.734	1.818	1.858
咖啡碱	锰肥	2.485	2.361	2.502	2.865
	铁肥	2.409	2.392	2.336	2.229
可溶性糖	锰肥	2.216	2.218	2.289	2.434
	铁肥	2.044	2.204	2.316	2.462

表7 铁锰交互效应

品质	x_1	x_2			
		-1	-0.1315	0.3944	1
茶多酚	-1	19.403	20.835	21.173	21.069
	-0.1315	20.261	20.625	20.316	19.467
	0.3944	21.881	20.890	20.899	19.598
	1	24.777	23.749	22.598	20.779
氨基酸	-1	1.571	1.761	1.816	1.823
	-0.1315	1.475	1.721	1.801	1.837
	0.3944	1.547	1.803	1.899	1.952
	1	1.713	1.999	2.111	2.185
咖啡碱	-1	2.442	2.486	2.468	2.404
	-0.1315	2.380	2.371	2.320	2.218
	0.3944	2.558	2.516	2.445	2.322
	1	2.964	2.885	2.792	2.642
可溶性糖	-1	2.012	2.187	2.309	2.464
	-0.1315	2.029	2.191	2.305	2.452
	0.3944	2.108	2.262	2.372	2.513
	1	2.264	2.409	2.513	2.648

降低的趋势。

2.3.3 铁锰配施交互效应分析 将四个编码值分别代入回归方程中的 x_1, x_2 , 即可求出铁锰交互效应的值(表7)。

由表7可知,在锰肥施用量编码值取1时,铁肥施用量编码值取-1时,茶叶中茶多酚和咖啡碱含量交互效应最高,达到理论最高值,平均含量分别为24.78%和2.96%;在锰肥施用量编码值和铁肥施用量编码值均取1时,茶叶中氨基酸和可溶性糖含量交互效应最高,达到理论最高值,平均含量分别为2.19%和2.65%。

3 结论与讨论

(1)在此试验范围内,茶叶中茶多酚、氨基酸、咖啡碱含量均随着锰肥施用量的增加呈先降低再升高的

趋势,而可溶性糖含量随锰肥施用量的增加而升高;另外,随着铁肥施用量的增加,氨基酸和可溶性糖含量呈升高趋势,咖啡碱含量呈降低趋势,茶多酚含量呈现先降低再升高又降低的趋势。

(2)在锰肥施用量编码值取1时,铁肥施用量编码值取-1时,茶叶中茶多酚和咖啡碱含量交互效应最高,达到理论最高值,平均含量分别为24.78%和2.96%;在锰肥施用量编码值和失肥施用量编码值均取1时,茶叶中氨基酸和可溶性糖含量交互效应最高,达到理论最高值,平均含量分别为2.19%和2.65%。

(3)从试验结果看,铁锰配施对茶叶品质的影响较为复杂。茶汤的香气和滋味是品质组成的核心,茶多酚是决定茶汤浓度的主要物质;氨基酸含量与绿茶

叶品质呈显著的正相关^[16];咖啡碱也是茶叶重要的滋味物质;可溶性糖是茶汤甜味的主要成分。当锰肥施用量较大时各指标含量较高,而当铁肥施用量较小时各指标含量相对较高。茶叶品质的高低是各指标综合效应的结果,而铁和锰之间存在着拮抗效应,正是这种相互作用使得对茶叶品质的研究更趋于复杂。此外,此次试验用的茶树培养土壤为pH值5.20左右的酸性紫色土,而在其它类型的土壤中,铁锰配施对茶叶品质又具有不同效应。因此在今后研究中,以上几个有待于加强,为平衡茶树营养,改善茶叶品质,提高施肥效益提供依据。

参考文献

- [1] Spiller S C, Terry N. Limiting factors in photosynthesis. II Iron stress diminishes photochemical capacity by reducing the number of photosynthetic units[J]. *Plant Physiol*, 1980, (65):121-125.
- [2] Zhou Houji, Korcak R F, WERGIN W P, et. Cellular ultra structure and photosynthesis of apple seeding, under iron stress [J]. *Plant Nutrition*, 1984, (6):911-928.
- [3] 杨志洁, 陈国风. 茶叶中锰的研究进展[J]. *中国茶叶加工*, 2004, (2): 38-39.
- [4] 石恒幸三. 茶树锰营养研究—茶叶试验场研究报告[J]. *国外农学——茶叶*, 1978, (13):6-52.
- [5] 吴洵. 茶树锰营养的研究结果度进展[J]. *国外农学——茶叶*, 1986, (1):1-9.
- [6] Wanyoko J K, Owuor. High rates of nitrogen on tea: III. Monthly changes in mature leaf calcium, magnesium, manganese and aluminum contents [J]. *Tea*, 1990, (2):96-100.
- [7] Bapaqae J I, Arpoxhmhr A. 茶叶中锰的含量和锰对茶叶品质的影响[J]. *国外农学——茶叶*, 1984, (3):44-46
- [8] Ye-Mei xia. Effects of Manganese on tea plant growth [J]. *Horticultural Science Abstracts*, 2004, (30):312-328
- [9] 曹德菊, 罗孝荣. 油菜体内微量元素的变化动态[J]. *中国油料*, 1995, (1):43-45.
- [10] 黄锦龙. 花生失绿症诊断与铁肥施用效果试验初报[J]. *花生科技*, 1993, (1):25-27.
- [11] 洪伟. 试验设计与分析[M]. 北京:中国林业出版社, 2004:201-213.
- [12] GB/T8313—2002, 茶多酚测定[S]. 北京:中国标准出版社, 2002.
- [13] GB/T8314—2002, 游离氨基酸总量测定[S]. 北京:中国标准出版社, 2002.
- [14] GB/T8312—2002, 咖啡碱测定[S]. 北京:中国标准出版社, 2002.
- [15] 钟萝. 茶叶品质理化性质分析[M]. 上海:上海科学技术出版社, 1989:237-358.
- [16] 陆松候, 施兆鹏. 茶叶审评与检验[M]. 北京:中国农业出版社, 2001: 55-70.