

铝硒交互对茶叶化学品质的影响

农玉琴, 李金婷, 陈远权, 陆金梅, 廖春文, 韦持章, 韦锦坚* (广西南亚热带农业科学研究所, 广西龙州 532415)

摘要 [目的]研究铝硒交互对茶叶化学品质的影响。[方法]通过盆栽试验,研究不同硒铝浓度交互处理对茶叶茶多酚、氨基酸、咖啡碱、水浸出物、可溶性糖的影响。[结果]单铝、单硒处理时,随着铝、硒浓度的增加,茶叶品质的化学成分均呈先增加后降低的趋势。铝硒交互作用下可以有效提高茶叶中茶多酚、氨基酸、水浸出物及可溶性糖含量,且在 Al 浓度为 0.250 mg/kg 土、硒浓度为 0.500 mg/kg 土时表现出较好的效应。[结论]茶叶在低浓度的铝、硒时表现出较好的品质,而铝和硒的不同交互比例产生不同程度的交互效应,减弱本身毒性。

关键词 铝;硒;茶叶;化学品质

中图分类号 S571.1 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)31-0019-04

Effect of Aluminum and Selenium Interaction on Chemical Quality of Tea

NONG Yu-qin, LI Jin-ting, CHEN Yuan-quan et al (Guangxi South Subtropical Agricultural Science Research Institute, Longzhou, Guangxi 532415)

Abstract [Objective] Effect of aluminum and selenium interaction on chemical quality of tea was studied. [Method] A pot experiment was carried out to investigate the effects of aluminum and selenium interaction on polyphenols, free amino acids, caffeine, water extract, soluble sugar. [Result] The contents of polyphenols, free amino acids, caffeine, water extract and soluble sugar in tea leaves were increased and then decreased with the increase of aluminum or selenium. The interaction of aluminum and selenium could effectively improve the contents of polyphenols, free amino acids, water extract and soluble sugar in tea leaves, and reached the peak when Al concentration was 0.250 mg/kg soil, Se concentration was 0.500 mg/kg soil. [Conclusion] It suggested that the rational application of aluminum or selenium fertilizer could promote the chemical quality of tea, and the different proportion of Al/Se could appear the variance effect of interaction to decrease their toxicity.

Key words Aluminum; Selenium; Tea; Chemical qualities

茶树是聚铝的叶用植物,适宜浓度的铝可以促进茶树的发育,提高茶树对营养元素的吸收,改善茶叶的品质,但高浓度的铝会抑制茶树的生长,造成铝胁迫^[1-4],尤其在我国的酸雨污染严重的区域,高铝对茶树的毒害更为严重。铝具有生物毒性,且在人体内具有积累性,许多研究认为,人体积累过多的铝后会加速对钙和磷的排泄而使体内代谢失调,还有人认为老年性痴呆是铝的毒性所致^[5]。因此,在保证茶叶生长和品质的同时,又能控制茶叶中的铝含量已成为研究的热点。硒是人体必需微量元素,具有抗脂质过氧化、清除体内自由基、提高机体免疫功能、抗癌防癌和抗衰老等作用^[6-8],茶树也是富硒能力较强的植物。少数研究表明,高铝条件下,适宜浓度的硒可以缓解铝胁迫,然而有关铝硒互作对茶叶品质改善的影响等方面研究鲜有报道,适量硒是否能缓解茶树铝毒害的机理尚需进一步验证和探究。

茶(*Camellia sinensis* L.)是当今世界上最受欢迎的无酒精饮料之一,喝茶不仅能生津解渴,而且对健康有益。国内外大量研究明,饮用茶能健齿防龋、增强免疫机能、杀菌抗病毒、防止动脉粥样硬化、降血糖、降血脂、防止心血管疾病和多种癌症等。此外,茶叶也是我国重要的经济作物,播种面积和产量均位于世界第一,改善茶叶品质必然会提高其经济效益。因此,如何提高和改善茶叶品质的问题越来越受到人们的关注。然而,目前通过施肥手段来调控茶叶品质的研究仅限于氮、磷、钾等大量元素和少量微量元素。因此,该研究

通过分析硒、铝与茶叶品质的关系,以期平衡茶树营养、改善茶叶品质、提高施肥效益提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地点概况 试验于 2016 年 10 月在广西南亚热带农业科学研究所温室大棚内进行,该区属典型的南亚热带季风气候,海拔 125 m 左右,年平均温度在 22 ℃ 以上,年降雨量在 1 273.6 mm 以上。土壤为酸性红壤,土层深厚,地势平坦,排灌良好,是茶树较适宜生长的地区,其土壤理化性状为 pH 5.73,有机质 10.44 g/kg,碱解氮 77.5 mg/kg,速效磷 13.6 mg/kg,速效钾 111.5 mg/kg。

1.2 试验材料

1.2.1 供试茶树品种 2 年生的标准“乌牛早”茶苗(施肥试验前茶树已经在盆中栽植 1 年),是广西区的主栽品种。

1.2.2 供试肥料 铝肥为 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$,硒肥为亚硒酸钠,均为分析纯试剂;其他肥料为尿素(46% N)、普通过磷酸钙(16% P_2O_5)、硫酸钾(50% K_2O)。

1.3 试验设计 试验为双因素设计,设置 4 个硒浓度:0 mg/kg 土(Se_0 , CK),0.125 mg/kg 土(Se_1),0.250 mg/kg 土(Se_2),0.500 mg/kg 土(Se_3);4 个铝浓度:0 mg/kg 土(Al_0 , CK),0.5 mg/kg 土(Al_1),1.0 mg/kg 土(Al_2),2.0 mg/kg 土(Al_3),共 16 个处理(表 1),每个处理 3 次重复,共 48 盆。试验所用盆体为 300 mm×250 mm,每盆装 10 kg 土,装完土后浇水沉实,每盆种植 3 株茶苗。整个生育期按常规管理,不使用农药、杀虫剂和杀菌剂,并定期调换盆的位置。

每盆施用等量的尿素、过磷酸钙和硫酸钾,施肥比例 N: P_2O_5 : K_2O =1:1:1,肥料按 0.5 g(N)/kg 土的纯养分来换算。其中,氮肥用量按基肥、春肥及夏茶追肥 40%、30%、30%的比例在各茶季结束后分配施用,硒肥、铝肥、磷肥和钾肥作为基

基金项目 广西壮族自治区公益性基金项目(GXNYRKS201609;GX-NYRKS201813)。

作者简介 农玉琴(1986—),女,广西龙州人,助理农艺师,从事茶树栽培及营养等工作。*通讯作者,高级农艺师,从事茶树栽培与选育等工作。

收稿日期 2018-05-17

肥一次施入。

表 1 铝硒交互处理浓度

Table 1 The treatments of aluminum and selenium interaction

mg/kg					
处理 Treatment	铝浓度 Aluminum concentration	硒浓度 Selenium concentration	处理 Treatment	铝浓度 Aluminum concentration	硒浓度 Selenium concentration
T ₀ (Al ₀ Se ₀)	0	0	T ₈ (Al ₁ Se ₂)	0.250	0.500
T ₁ (Al ₁ Se ₀)	0.500	0	T ₉ (Al ₁ Se ₃)	0.500	0.500
T ₂ (Al ₂ Se ₀)	1.000	0	T ₁₀ (Al ₂ Se ₁)	0.125	1.000
T ₃ (Al ₃ Se ₀)	2.000	0	T ₁₁ (Al ₂ Se ₂)	0.250	1.000
T ₄ (Al ₀ Se ₁)	0	0.125	T ₁₂ (Al ₂ Se ₃)	0.500	1.000
T ₅ (Al ₀ Se ₂)	0	0.250	T ₁₃ (Al ₃ Se ₁)	0.125	2.000
T ₆ (Al ₀ Se ₃)	0	0.500	T ₁₄ (Al ₃ Se ₂)	0.250	2.000
T ₇ (Al ₁ Se ₁)	0.125	0.500	T ₁₅ (Al ₃ Se ₃)	0.500	2.000

1.4 样品的采集及处理 2017 年 4 月(春茶)、6 月(夏茶),每个处理分别采摘茶树萌发的标准一芽二叶,将茶叶样品用清水冲洗干净、擦干,置于烘箱中 120 ℃ 杀青 2~3 min,80 ℃ 烘干、磨碎,过 1 mm 筛,供化学品质分析使用。

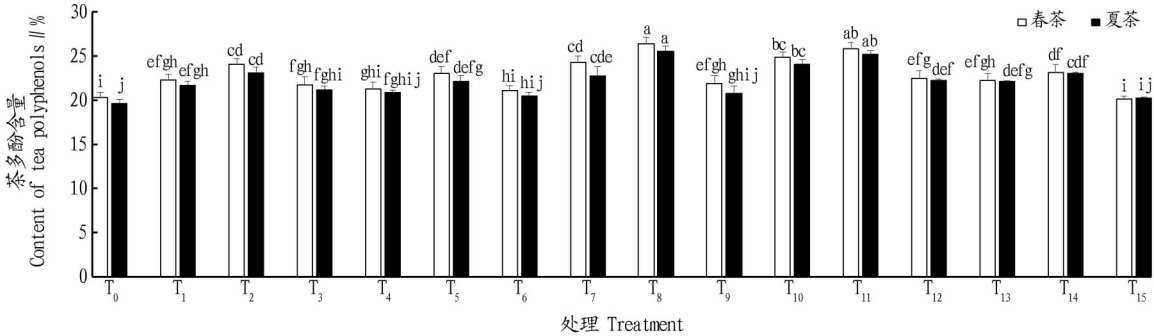
1.5 测定方法 茶叶各品质指标的测定:茶多酚采用酒石酸铁比色法(GB/T8313—2002)测定^[9];咖啡碱采用紫外分

光光度法(GB/T8312—2002)测定^[9];可溶性糖采用蒽酮比色法测定^[9];氨基酸采用茚三酮比色法(GB/T8314—2002)测定^[10]。

1.6 数据统计分析 利用 Microsoft Excel 2016 进行数据初步处理及制图,采用 SPSS19.0 软件进行统计方差分析。试验数据采用“平均值±标准差”表示。

2 结果与分析

2.1 铝硒交互作用对叶片中茶多酚含量的影响 茶多酚是鲜叶水溶部分质量分数最多的物质,因此茶多酚可以作为评价茶叶品质的重要指标。由图 1 可知,随着铝、硒浓度的增加,春茶和夏茶中的茶多酚含量均呈先升后降的趋势。在交互过程中,春茶和夏茶中的茶多酚含量在不同交互比例处理(T₇~T₉,T₁₀~T₁₂和T₁₃~T₁₅)下均呈先增加后降低的趋势,且在 T₈(Al₁Se₂)处理下茶多酚含量达到最高,分别为 T₀(Al₀Se₀)处理的 1.3 倍和 1.3 倍。此外,在春茶和夏茶采摘期,与 T₃(Al₃Se₀)处理相比,T₁₃(Al₃Se₁)、T₁₄(Al₃Se₂)处理的茶多酚含量分别提高了 2.39%和 6.67%、4.48%和 8.68%,而 T₁₅(Al₃Se₃)处理下降了 7.23%、4.53%。上述结果表明,铝硒交互有利于提高茶叶中茶多酚的含量,适宜浓度的硒在一定程度上可以缓解铝的毒害。



注:柱上不同字母表示不同处理间在 0.05 水平差异显著

Note: Different letters above the bars denoted significant differences in different treatments at 0.05 level

图 1 铝硒交互处理对茶多酚含量的影响

Fig. 1 Effect of Al and Se interaction on contents of tea polyphenols

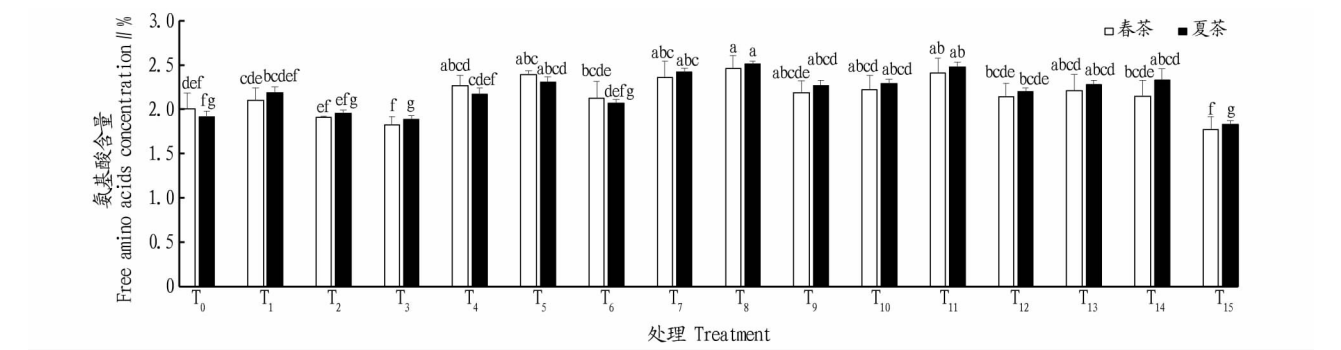
2.2 铝硒交互作用对叶片中氨基酸含量的影响 氨基酸是一类决定茶汤鲜爽度的物质,含量越高茶汤味感越鲜爽。由图 2 可以看出,随着铝、硒浓度的增加,春茶和夏茶中的氨基酸含量也均呈先增加后降低的趋势。在交互过程中,春茶和夏茶中的氨基酸含量在不同交互比例处理(T₇~T₉,T₁₀~T₁₂和T₁₃~T₁₅)下均是先增加后降低,且在 T₈(Al₁Se₂)处理下氨基酸含量达到最高,分别比 T₀(Al₀Se₀)处理显著增加了 22.39%、14.61%。此外,在春茶和夏茶期,T₁₃(Al₃Se₁)、T₁₄(Al₃Se₂)处理的氨基酸含量较 T₃(Al₃Se₀)处理分别提高 21.43%和 18.13%、20.63%和 23.28%,而 T₁₅(Al₃Se₃)处理分别下降 2.75%、3.17%。上述结果表明,铝硒交互可以有效地提高茶叶中氨基酸含量,适宜浓度的硒在一定程度上可以缓解铝的作用。

2.3 铝硒交互作用对叶片中咖啡碱含量的影响 咖啡碱一般含量占茶叶干物质的 2%~4%,是茶叶中含量最高的一种

生物碱,它是一种苦味物质。由图 3 可以看出,春茶和夏茶中的咖啡碱含量随着铝浓度的增加呈先升后降趋势,而随着硒浓度的增加呈下降趋势。在交互过程中,春茶和夏茶中的咖啡碱含量在 T₁₅(Al₃Se₃)处理下达到最高,分别比 T₀(Al₀Se₀)处理提高了 8.24%、16.47%;而 T₈(Al₁Se₂)处理含量最低,分别比 T₀(Al₀Se₀)处理显著降低了 14.20%、10.98%。上述结果表明,铝硒交互在一定程度上降低了茶叶的咖啡碱含量。

2.4 铝硒交互作用对叶片中水浸出物含量的影响 由图 4 可以看出,在 T₀、T₁、T₂、T₃ 处理下,春茶和夏茶中的水浸出物含量在 T₂(Al₂Se₀)处理为最高值;在 T₀、T₄、T₅、T₆ 处理下,春茶和夏茶中的水浸出物含量分别在 T₄(Al₀Se₁)、T₅(Al₀Se₂)处理达到最高值。在交互过程中,春茶和夏茶中的水浸出物含量在 T₁₁(Al₂Se₂)处理下达到最高,分别比 T₀(Al₀Se₀)处理显著提高了 10.43%、12.66%;其次是 T₁₀(Al₂Se₁)处理。此

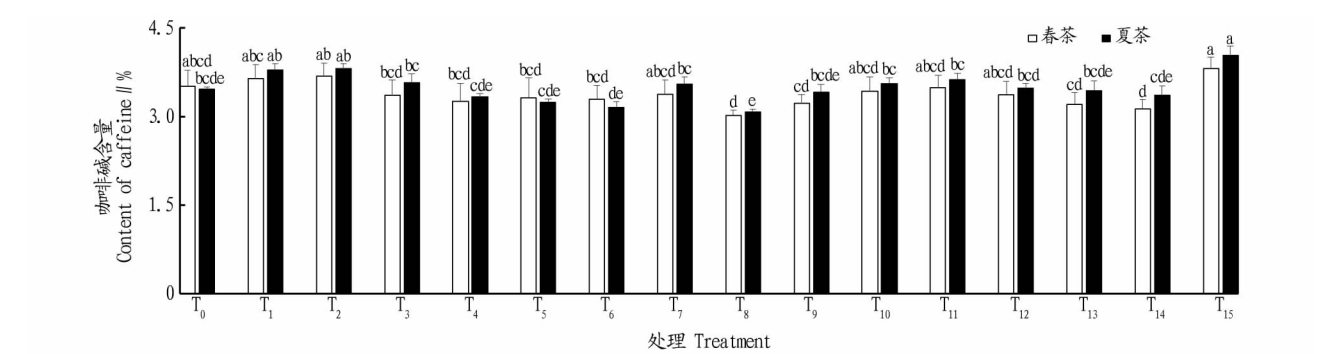
外,在春茶和夏茶期, $T_{13}(\text{Al}_3\text{Se}_1)$ 、 $T_{14}(\text{Al}_3\text{Se}_2)$ 处理的水浸出物含量较 $T_3(\text{Al}_3\text{Se}_0)$ 处理分别提高了 1.22% 和 3.72%、2.45% 和 5.08%,而 $T_{15}(\text{Al}_3\text{Se}_3)$ 处理分别下降了 3.53%、2.94%。上述结果表明,铝硒交互在一定范围内可以有效改善茶叶的品质。



注:柱上不同字母表示不同处理间在 0.05 水平差异显著
Note: Different letters above the bars denoted significant differences in different treatments at 0.05 level.

图 2 铝硒交互处理对氨基酸含量的影响

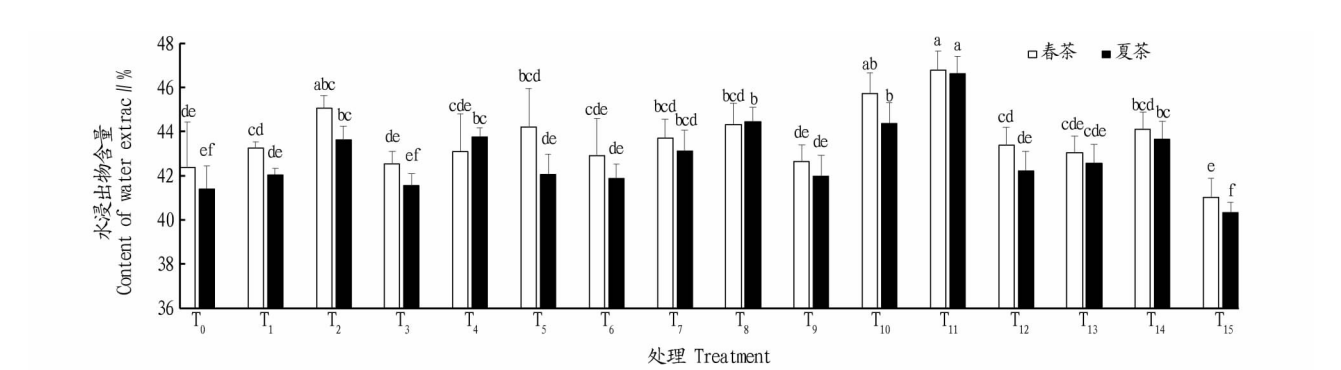
Fig. 2 Effect of Al and Se interaction on free amino acids concentrations



注:柱上不同字母表示不同处理间在 0.05 水平差异显著
Note: Different letters above the bars denoted significant differences in different treatments at 0.05 level

图 3 铝硒交互处理对咖啡碱含量的影响

Fig. 3 Effect of Al and Se interaction on content of caffeine



注:柱上不同字母表示不同处理间在 0.05 水平差异显著
Note: Different letters above the bars denoted significant differences in different treatments at 0.05 level

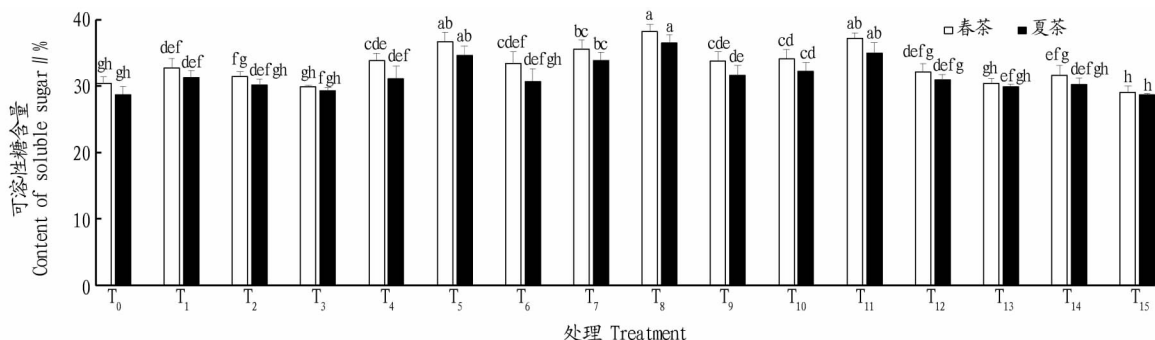
图 4 铝硒交互处理对水浸出物含量的影响

Fig. 4 The effect of Al and Se interaction on content of water extract

2.5 铝硒交互作用对叶片中可溶性糖含量的影响 可溶性糖类是茶汤滋味和香气的重要来源,是茶汤甜味的主要成分,甜味可以消弱茶的苦涩味,并可以使汤味甘醇。由图 5 可知,在单施铝肥处理下,春茶和夏茶中的水浸出物含量 $T_1(\text{Al}_1\text{Se}_0)$ 处理为最高值;在单施硒肥时,春茶和夏茶中的水浸出物含量分别在 $T_5(\text{Al}_0\text{Se}_2)$ 处理达到最高值。在交互过

程中,春茶和夏茶中的可溶性糖含量在 $T_8(\text{Al}_1\text{Se}_2)$ 处理下可溶性糖含量达到最高,分别比 $T_0(\text{Al}_0\text{Se}_0)$ 处理显著增加了 25.79%、27.31%。此外,在春茶和夏茶期, $T_{13}(\text{Al}_3\text{Se}_1)$ 、 $T_{14}(\text{Al}_3\text{Se}_2)$ 处理的可溶性糖含量较 $T_3(\text{Al}_3\text{Se}_0)$ 处理分别提高了 1.77% 和 5.82%、2.19% 和 3.21%,而 $T_{15}(\text{Al}_3\text{Se}_3)$ 处理下降了 3.01%、2.15%。上述结果表明,适宜浓度的铝硒交

互可以有效改善茶叶的品质。



注:柱上不同字母表示不同处理间在 0.05 水平差异显著

Note: Different letters above the bars denoted significant differences in different treatments at 0.05 level

图5 铝硒交互处理对可溶性糖含量的影响

Fig.5 The effect of Al and Se interaction on content of soluble sugar

3 结论与讨论

茶树嗜 Al,但是过量的 Al 对茶树有毒害,已有的研究表明,适宜浓度的铝能显著提高茶叶中茶多酚、咖啡碱、氨基酸等主要化学品质成分含量,改善茶叶的品质^[11]。茶树亦是富硒能力较强的植物,其体内 80% 的硒以有机化合物形式存在,许多研究亦表明,适量施硒肥可以促进茶树生长发育,提高其抗逆性和产量,改善茶叶的品质^[12-13]。该研究中,随着铝、硒浓度的增加,春茶和夏茶中的化学品质成分含量均呈先增加后降低趋势,表明适宜浓度的铝、硒均有利于改善茶叶品质。

铝、硒元素富集是茶树的两大重要特征,两者相互作用影响其生长发育,黄进^[14]研究发现,当硒铝都在适宜范围内时,茶树抗氧化性显著提高。然而,目前研究大多停留在单一因素对茶树品质的影响,该试验将这两大因素耦合起来。研究结果表明,铝硒交互可以有效地提高茶叶中茶多酚、氨基酸、水浸出物及可溶性糖含量,且在 Al 浓度为 0.250 mg/kg 土、硒浓度为 0.500 mg/kg 土 (Al₁Se₂) 处理时表现出较好的品质,表明在低浓度的铝、硒交互可以有效地改善茶叶品质,适宜浓度的硒在一定程度上可以缓解铝的作用。

参考文献

[1] 郑功宇,陈寿松,苏培凌,等. 铝对茶叶主要化学品质影响的研究进展

[J]. 茶叶科学技术,2013(3):1-5.

[2] 林郑和,陈荣冰. 铝对茶树叶片抗氧化系统的影响[J]. 热带作物学报,2009,30(5):598-602.

[3] 罗亮,谢志雷,刘鹏,等. 茶树对铝毒生理响应的研究[J]. 农业环境科学学报,2006,25(2):305-308.

[4] 李海生,张志权. 不同铝水平下茶对铝及矿质养分的吸收与累积[J]. 生态环境,2007,16(1):186-190.

[5] MCLACHLAN D R C. Aluminum and the risk for Alzheimer's disease[J]. Environmetrics,1995,6(3):233-275.

[6] 李基文. 微量元素硒与健康的研究进展[J]. 职业卫生与应急救援,2006,24(2):76-79.

[7] LYONS G H, JUDSON G J, ORTIZ-MONASTERIO I, et al. Selenium in Australia; Selenium status and biofortification of wheat for better health[J]. Journal of trace elements in medicine and biology,2005,19(1):75-82.

[8] 郭胡津,赵振军. 富硒茶中硒的存在形态及其保健作用[J]. 长江大学学报(自然科学版),2013,10(11):81-83.

[9] 黄意欢. 茶学实验技术[M]. 北京:中国农业出版社,1997.

[10] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. 茶游离氨基酸总量测定:GB/T 8314—2002[S]. 北京:中国标准出版社,2002.

[11] 马小雪,肖斌,闫列娟,等. 不同酸度下外源铝对茶叶铝含量及品质的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2012,40(11):187-191,196.

[12] 金建昌,许晓路. 叶面喷施亚硒酸钠对盆栽茶叶硒含量的影响研究[J]. 江西科学,2014,32(1):39-42.

[13] 方兴汉,沈星荣. 硒对茶树生长及物质代谢的影响[J]. 中国茶叶,1992,14(2):28-30.

[14] 黄进. 硒对茶树抗氧化系统的影响及其在品种间富集特性研究[D]. 武汉:华中农业大学,2014.

(上接第 18 页)

密度的确定应以生产当地的自然环境为依据。该研究在徐淮地区进行,结果表明密度在 97 500 株/hm² 时,产量构成因素的铃数、单铃重较高,产量达到最高,品质的主要指标断裂比强度较好。因此,建议徐淮地区短季棉种植以 97 500 株/hm² 密度较为合理,其他地区可以作为参考。

参考文献

[1] 俞树迅. 我国棉花生产现状与发展趋势[J]. 中国工程科学,2013,15(4):9-13.

[2] 黄骏麒. 中国棉作学[M]. 北京:中国农业出版社,1998.

[3] 凌启鸿. 作物群体质量[M]. 上海:上海科学技术出版社,1999.

[4] 赵洪亮,于谦林,卢全合,等. 山东生态条件下纯作春棉的适宜密度研究[J]. 山东农业科学,2010(12):18-21.

[5] 霍建中,田守芳,马毅. 杂交春棉中创 86 高产栽培技术[J]. 农业科技通讯,2017(8):313,347.

[6] 刘爱玉,陈金湘,余筱南,等. 棉花群体质量研究现状与展望[J]. 作物研究,2001(51):44-49.

[7] 马国胜,薛吉全,路海东,等. 播种时期与密度对关中灌区夏玉米群体生理指标的影响[J]. 应用生态学报,2007,18(6):1247-1253.

[8] 张旺锋,王振林,余松烈,等. 种植密度对新疆高产棉花群体光合作用、冠层结构及产量形成的影响[J]. 植物生态学报,2004,28(2):164-171.