

## 茶豆间作体系氮素对茶叶营养成分的影响

农玉琴<sup>1</sup>, 黄少欣<sup>2</sup>, 刘振洋<sup>2</sup>, 廖春文<sup>1</sup>, 韦锦坚<sup>1</sup>, 陆金梅<sup>1</sup>, 陈远权<sup>1</sup>, 覃潇敏<sup>1\*</sup>

(1. 广西南亚热带农业科学研究所, 广西龙州 532415; 2. 云南农业大学, 云南昆明 650201)

**摘要** 通过盆栽试验, 探讨不同施氮处理 ( $N_0$  0 g/kg,  $N_1$  0.25 g/kg,  $N_2$  0.5 g/kg,  $N_3$  0.75 g/kg) 对茶树-大豆间作不同采摘期茶叶营养成分的影响。结果表明, 在茶叶的3个关键采摘期, 间作种植和适宜的氮肥用量均可以提高茶叶的滋味, 降低茶叶的苦涩味, 改善茶叶品质, 其中氮肥的改善效果更为显著。此外,  $N_1$ +间作或  $N_2$ +间作处理茶叶的氨基酸、咖啡碱及可溶性糖含量最高;  $N_1$ +间作处理茶叶茶多酚含量均最低, 其次为  $N_2$ +间作处理。说明在茶豆间作体系中, 适当减施氮肥可以提高茶叶的品质, 茶豆间作具有一定减肥增效的调控作用。

**关键词** 茶树; 大豆; 氮素; 茶叶品质

中图分类号 S571.1 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2019)21-0160-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.21.048



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Effects of Nitrogen on the Nutritional Ingredient of Tea in Tea and Soybean Intercropping System

NONG Yu-qin<sup>1</sup>, HUANG Shao-xin<sup>2</sup>, LIU Zhen-yang<sup>2</sup> et al (1. Guangxi South Subtropical Agricultural Science Research Institute, Longzhou, Guangzhou 532415; 2. Yunnan Agricultural University, Kunming, Yunnan 650201)

**Abstract** A experiment was carried out to investigate the effects of different nitrogen application rates (0, 0.25, 0.50 and 0.75 g/kg) on the nutritional quality of tea in tea-soybean intercropping system. The results indicated that intercropping and application of nitrogen fertilizer could enhance the taste of tea and reduce the bitterness, thus improve the quality of tea at the three key picking stages of tea, especially nitrogen fertilizer. In addition, the contents of amino acids, caffeine and soluble sugar in tea were the highest in  $N_1$ +intercropping or  $N_2$ +intercropping treatments, and the content of polyphenols was the lowest in  $N_1$ +intercropping treatment, followed by  $N_2$ +intercropping treatment. These findings demonstrated that nitrogen fertilizer could improve the quality of tea in the tea-soybean intercropping system, and tea-soybean intercropping played a facilitated role in fertilizer decrease and yield increase.

**Key words** Tea; Soybean; Nitrogen; Tea quality

茶树 (*Camellia sinensis* L.) 是一种以收获叶片为目标的多年生经济作物, 对氮素的需求非常大<sup>[1]</sup>, 其产量和品质与氮素供应密切相关。氮素作为茶树生长的第一大必需营养元素, 也是茶叶中多酚类物质、氨基酸、生物碱等含氮化合物的组成成分<sup>[2]</sup>。研究证实, 茶园合理施用氮肥可提高茶树叶片光合速率, 促进茶树生长发育, 进而提高茶叶产量及品质; 反之, 过量施氮则会使茶叶品质和产量降低<sup>[3-6]</sup>。

间套作作为一种生态高效的种植模式之一, 具有增产优质、养分资源高效利用、生物多样性增加、病虫害减少等优势<sup>[7-13]</sup>。刘腾飞等<sup>[14]</sup>在茶园间作杨梅、枇杷发现, 间作提高了茶园鲜叶的游离氨基酸含量, 降低了茶多酚、儿茶素和咖啡碱含量, 从而提升茶叶营养品质。张国芹等<sup>[15]</sup>研究发现, 茶园间作枇杷茶叶游离氨基酸、茶多酚和儿茶素含量均高于纯茶园, 降低了酚氨比, 进而改善碧螺春茶叶的品质。目前, 关于氮肥或间作对茶叶产量及品质的影响已有许多报道, 但在茶园间作系统中氮素对茶叶品质成分的研究鲜见报道。笔者通过盆栽试验, 探讨不同氮水平下, 茶树-大豆间作对茶叶化学成分(茶多酚、氨基酸、咖啡碱及可溶性糖)的影响, 旨在为建立新型“低耗安全、优质高效”的复合茶园生态模式提供科学理论依据。

## 1 材料与方法

**1.1 试验地概况** 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。供试土壤为酸性红壤土, 较适宜茶树的生长, 其土壤农化性状为pH 4.99, 有机质13.14 g/kg, 碱解氮110.5 mg/kg, 速效磷12.2 mg/kg, 速效钾125.5 mg/kg。

**1.2 试验材料** 供试作物品种: 茶树品种(2年生乌牛早茶苗); 大豆品种(理想M-7)。供试肥料分别为尿素(46% N)、普通过磷酸钙(16%  $P_2O_5$ )、硫酸钾(50%  $K_2O$ )。

**1.3 试验设计** 盆栽试验采用单因子试验设计, 设4个不同施氮量 ( $N_0$  0 g/kg,  $N_1$  0.25 g/kg,  $N_2$  0.5 g/kg,  $N_3$  0.75 g/kg), 每个处理重复3次, 随机排列。单作茶树和单作大豆处理每盆留4株, 间作处理茶树、大豆各留2株。采用400 mm×280 mm塑料盆, 每盆装土壤16 kg, 施肥量按0.5 g(N)/kg土的纯养分来换算,  $N:P_2O_5:K_2O=2:1:1$ 。氮肥分3次施用, 40%作基肥, 在春茶期、夏茶期结束后分别各追肥30%, P肥和K肥作为基肥一次施入。整个生育期按常规茶园管理, 不使用农药、杀虫剂和杀菌剂, 并定期调换塑料盆的位置。

**1.4 茶叶样品的采集** 于2017年春茶期(4月5日)、夏茶期(6月15日)、秋茶期(8月20日)进行3次采样, 采摘标准的1芽2叶和1芽3叶鲜样, 蒸汽杀青后, 80℃烘至恒重, 然后粉碎过筛, 用于茶叶品质成分的测定。

**1.5 测定项目与方法** 茶多酚含量采用福林酚法(GB/T 8313—2008)测定; 游离氨基酸含量采用茚三酮比色法(GB/

**基金项目** 广西壮族自治区直属公益性基本科研项目(GXNYRKS201813, GXNYRKS201702, GXNYRKS201904)。

**作者简介** 农玉琴(1986—), 女, 广西龙州人, 农艺师, 从事茶树栽培育种研究。\*通信作者, 助理研究员, 硕士, 从事茶树营养与生理研究。

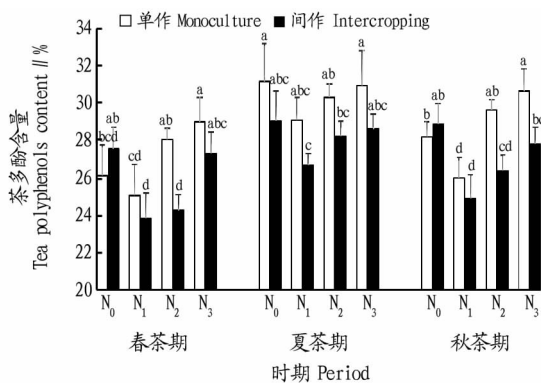
**收稿日期** 2019-05-07; **修回日期** 2019-05-31

T 8314—2002)测定;咖啡碱采用紫外分光光度法(GB/T 8312—2002)测定;可溶性糖含量采用黄酮比色法<sup>[16]</sup>测定。

**1.6 数据分析** 采用 Microsoft Excel 2010 软件进行数据整理、作图与初步分析;用 SPSS 20.0 软件对试验数据进行 LSD 多重比较( $P < 0.05$ )和单因素方差分析(One-way ANOVA),数据表示为平均值±标准差。

## 2 结果与分析

**2.1 施氮量对间作茶叶茶多酚含量的影响** 茶多酚是茶汤苦味的主要呈味物质,茶树-大豆间作体系氮素对茶多酚含量的影响见图 1。由图 1 可知,在春茶期、夏茶期以及秋茶期均在  $N_1$  水平时茶多酚含量最低,且在春茶期时最低;同时  $N_1$ +间作茶叶的茶多酚含量最低,分别比对照处理( $N_0$ +单作茶叶)显著降低了 13.63%、8.16%和 13.68%(除春茶期外),其次是  $N_2$ +间作茶叶处理。此外,间作也对不同采摘期茶叶茶多酚具有一定程度的作用,在 3 个采摘期间作均降低了茶叶茶多酚含量(除春茶期和秋茶期的  $N_0$  处理),且在春茶期的  $N_2$  处理和秋茶期的  $N_2$ 、 $N_3$  处理具有显著差异,分别比单作茶叶显著降低了 13.50%、11.00%、9.20%,其他处理差异性均不显著。



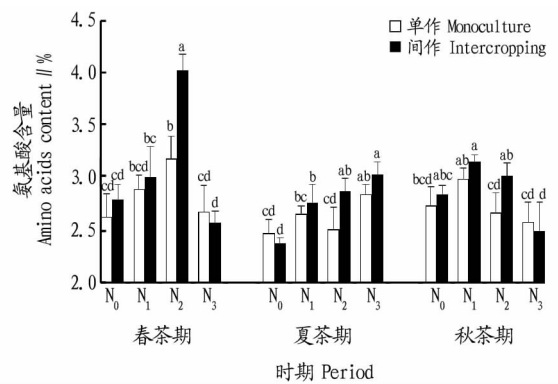
注:不同小写字母表示同一时期各处理间差异显著( $P < 0.05$ )  
Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant differences between different treatments at the same time ( $P < 0.05$ )

图 1 施氮量对间作茶叶茶多酚含量的影响

Fig. 1 The effects of nitrogen application on the content of tea polyphenols in intercropping system

**2.2 施氮量对间作茶叶氨基酸含量的影响** 氨基酸作为茶叶的鲜爽味主要物质,其含量决定了茶汤味感的鲜爽度。由图 2 可知,间作对茶叶氨基酸含量的改善具有一定程度的促进作用。在春茶期、夏茶期及秋茶期,与单作茶叶相比,茶树大豆间作提高了茶叶氨基酸含量,且  $N_2$  处理具有显著的间作效应,分别提高了 26.73%、14.34%和 13.53%。此外,春茶期  $N_2$  处理、夏茶期  $N_3$  处理以及秋茶期  $N_1$  处理的氨基酸含量最高,分别比对照处理( $N_0$ +单作茶叶)显著提高了 53.82%、22.67%和 15.38%,其中以春茶期的  $N_2$ +间作茶叶氨基酸含量最高。综上可知,适宜施用氮肥可以有效改善间作茶叶的氨基酸含量,提高茶叶的鲜爽味。

**2.3 施氮量对间作茶叶咖啡碱含量的影响** 咖啡碱是茶叶



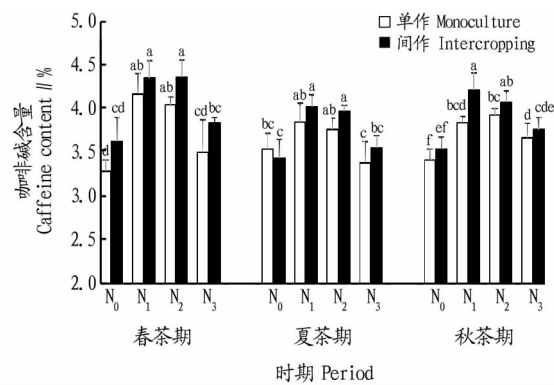
注:不同小写字母表示同一时期各处理间差异显著( $P < 0.05$ )

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant differences between different treatments at the same time ( $P < 0.05$ )

图 2 施氮量对间作茶叶氨基酸含量的影响

Fig. 2 The effects of nitrogen application on amino acids content in intercropping tea

中一种重要的滋味物质,施氮量对间作茶叶咖啡碱含量的影响见图 3。由图 3 可知,春茶期的咖啡碱含量最高,其次是秋茶期、夏茶期。茶树大豆间作促进了不同采摘期茶叶咖啡碱含量,但整体差异不显著。此外,施氮量对茶叶咖啡碱含量具有显著影响,在春茶期、夏茶期及秋茶期均为  $N_1$ +间作茶叶的咖啡碱含量最高,分别比对照处理( $N_0$ +单作茶叶)提高了 32.52%、13.84%和 23.39%,其次是  $N_2$ +间作茶叶处理,且二者之间无显著差异。



注:不同小写字母表示同一时期各处理间差异显著( $P < 0.05$ )

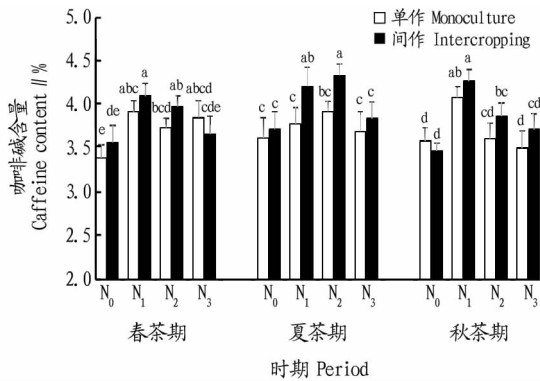
Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant differences between different treatments at the same time ( $P < 0.05$ )

图 3 施氮量对间作茶叶咖啡碱含量的影响

Fig. 3 The effects of nitrogen application on the content of tea caffeine in intercropping system

**2.4 施氮量对间作茶叶可溶性糖含量的影响** 可溶性糖类是茶汤滋味和香气的主要成分。由图 4 可知,间作对茶叶可溶性糖含量的改善具有一定程度的促进作用。在春茶期、夏茶期及秋茶期,与单作茶叶相比,茶树大豆间作提高了茶叶可溶性糖含量,且在夏茶期  $N_1$ 、 $N_2$  处理具有显著的间作效应,分别提高了 11.38%和 10.46%。此外,春茶期和秋茶期  $N_1$ +间作茶叶、夏茶期  $N_2$ +间作茶叶的可溶性糖含量最高,分

别比对照处理( $N_0$ +单作茶叶)提高了20.94%、18.94%和19.61%,其中以夏茶期的 $N_2$ +间作茶叶的可溶性糖含量最高。由此可知,适宜施用氮肥可以有效改善间作茶叶的可溶性糖含量,提高茶叶的鲜爽味。



注:不同小写字母表示同一时期各处理间差异显著( $P<0.05$ )

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant differences between different treatments at the same time ( $P<0.05$ )

图4 施氮量对间作茶叶可溶性糖含量的影响

Fig. 4 The effects of nitrogen application on the content of soluble sugar in intercropping tea

### 3 讨论

茶多酚是茶汤苦味的主要呈味物质,氨基酸、可溶性糖及咖啡碱作为茶叶的鲜爽味主要物质,各成分综合起来决定了茶叶的品质。氮是茶叶中氨基酸、蛋白质及咖啡碱等滋味物质的重要组成物质之一,是茶树产量和品质形成的首要限制因素<sup>[17-18]</sup>。通常情况下,在一定阈值范围内,氮肥可以提高茶叶中氨基酸、咖啡碱及可溶性糖含量,提高了茶叶的鲜爽度;反之,氮肥过多则会造成过营养现象,出现负效应<sup>[19]</sup>。该试验中,在茶叶的春茶期、夏茶期和秋茶期3个采摘期,茶叶的氨基酸、咖啡碱及可溶性糖含量均在 $N_1$ 或 $N_2$ 处理时最高,且茶多酚在 $N_1$ 处理时含量最低,其次为 $N_2$ 处理。可见,适宜的氮肥用量可以提高茶叶的滋味,降低茶叶的苦涩味,改善了茶叶品质。这可能是由于在氮素充足的条件下,茶树营养生长旺盛,氮素代谢生理活性加强,进而促进了氨基酸、咖啡碱等含氮化合物的合成。

茶园间作不同作物对茶叶产量和品质具有显著影响。在茶园间作芳香植物、梨树、桂花,发现间作茶叶的氨基酸、咖啡碱和可溶性糖含量均比单作茶园高,而茶多酚含量低于单作茶园<sup>[20-21]</sup>。该研究中,在茶叶的3个采摘时期,茶叶的氨基酸、咖啡碱及可溶性糖含量为 $N_1$ +间作或 $N_2$ +间作处理的含量最高;茶叶茶多酚含量均为 $N_1$ +间作处理的含量最低,其次为 $N_2$ +间作处理。综上可知,在茶豆间作体系中,适当减施氮肥对茶叶营养品质无明显影响,茶豆间作具有一定的减肥增效调控作用。但在实际生产中,应根据当地茶园的土壤肥力信息合理把握氮肥使用量和选择间作的作物,兼顾肥料用量和品质优的平衡。

### 4 结论

在茶叶的3个关键采摘期,茶叶的氨基酸、咖啡碱及可溶性糖含量为 $N_1$ +间作或 $N_2$ +间作处理的含量最高;茶叶茶多酚含量均为 $N_1$ +间作处理的含量最低,其次为 $N_2$ +间作处理。这说明在茶豆间作体系中,适当减施氮肥对茶叶滋味和香气无明显影响,而且还能降低茶汤的苦涩味。可见,茶豆间作系统在维持茶叶营养品质不受影响的条件下可以有效调控氮肥的用量,对实现茶产业的可持续发展具有一定的科学意义。

### 参考文献

- [1] 王新超,杨亚军,陈亮,等. 利用<sup>15</sup>N标记研究不同品种茶树氮肥利用率差异[J]. 福建茶叶, 2005(1): 4-5.
- [2] OKANO K, CHUTANI K, MATSUO K. Suitable level of nitrogen fertilizer for tea (*Camellia sinensis* L.) plants in relation to growth, photosynthesis, nitrogen uptake and accumulation of free amino acids[J]. Japanese journal of crop science, 1997, 66: 279-287.
- [3] 苏有健, 廖万有, 丁勇, 等. 不同氮营养水平对茶叶产量和品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2011, 17(6): 1430-1436.
- [4] 游小妹, 陈常颂, 钟秋生, 等. 不同用氮量水平对乌龙茶产量、品质的影响[J]. 福建农业学报, 2012, 27(8): 853-856.
- [5] 吴志丹, 尤志明, 王峰, 等. 施氮量对茶树生长及叶片光合特性的影响[J]. 茶叶科学技术, 2014(4): 16-20.
- [6] RUAN J, HEARDTER R, GERENDÁS J. Impact of nitrogen supply on carbon/nitrogen allocation: A case study on amino acids and catechins in green tea [*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze] plants[J]. Plant biology, 2010, 12: 724-734.
- [7] EGESA A O, NJAGI S N, MUUI C W. Effect of facilitative interaction of sorghum-cowpea intercrop on sorghum growth rate and yields[J]. Journal of environmental and agricultural sciences, 2016, 9(2): 50-58.
- [8] NATARAJ D, SHASHIDHAR K S, VINODA K S, et al. Profitability and potentiality of baby corn based leguminous vegetable intercropping system[J]. Environment and ecology, 2010, 28: 1433-1436.
- [9] ZHANG D S, ZHANG C C, TANG X Y, et al. Increased soil phosphorus availability induced by faba bean root exudation stimulates root growth and phosphorus uptake in neighbouring maize[J]. New phytologist, 2016, 209(2): 823-831.
- [10] 唐秀梅, 钟瑞春, 蒋菁, 等. 木薯/花生间作对根际土壤微生物生态的影响[J]. 基因组学与应用生物学, 2015, 34(1): 117-124.
- [11] 董艳, 汤利, 郑毅, 等. 施氮对间作蚕豆根际微生物区系和枯萎病发生的影响[J]. 生态学报, 2010, 30(7): 1797-1805.
- [12] 杨智仙, 汤利, 郑毅, 等. 不同品种小麦与蚕豆间作对蚕豆枯萎病发生、根系分泌物和根际微生物群落功能多样性的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2014, 20(3): 570-579.
- [13] 覃潇敏, 郑毅, 汤利, 等. 玉米与马铃薯间作对根际微生物群落结构和多样性的影响[J]. 作物学报, 2015, 41(6): 919-928.
- [14] 刘腾飞, 董明辉, 张丽, 等. 不同间作模式对茶园土壤和茶叶营养品质的影响[J]. 食品科学技术学报, 2017, 35(6): 67-76.
- [15] 张国芹, 孙灵湘, 顾俊荣, 等. 肥料运筹对不同茶果间作模式碧螺春茶叶产量与品质的影响[J]. 中国农学通报, 2018, 34(18): 59-64.
- [16] 张正竹. 茶叶生物化学实验教程[M]. 北京: 中国农业出版社, 2009: 35-46.
- [17] KUMAR S, NARULA A, ABDIN M Z, et al. Enhancement in biomass and berberine concentration by neem cake and nitrogen (urea) and sulphur nutrients in *Tinospora cordifolia* Miers[J]. Physiol Mol Biol Plants, 2004, 10(2): 243-251.
- [18] ZHOU X J, LIANG Y, CHEN H, et al. Effects of rhizobia inoculation and nitrogen fertilization on photosynthetic physiology of soybean[J]. Photosynthetica, 2006, 44(4): 530-535.
- [19] 王新超, 杨亚军, 陈亮, 等. 茶树氮素利用效率相关生理生化指标初探[J]. 作物学报, 2005, 31(7): 926-931.
- [20] 张正群, 田月月, 高树文, 等. 茶园间作芳香植物罗勒和紫苏对茶园生态系统影响的研究[J]. 茶叶科学, 2016, 36(4): 389-395.
- [21] 尧渝, 张厅, 马伟伟, 等. 不同间作模式对茶树光合生理及茶叶品质的影响[J]. 山西农业科学, 2016, 44(4): 470-473.