

不同用量长效复合肥添加剂 (NAM) 在茶树上的应用效果

张 青, 王煌平, 张潘丹, 孔庆波, 廖要要, 罗 涛

(福建省农业科学院土壤肥料研究所, 福建 福州 350013)

摘 要: 通过 2 年田间小区试验研究不同用量长效复合肥添加剂 (NAM) 在茶树上的应用效果。结果表明, 随添加剂用量的增加, 土壤中铵态氮含量逐渐升高, 硝态氮含量逐渐降低, 表明添加剂能减慢铵态氮向硝态氮的转化。随添加剂 (NAM) 用量的增加, 茶青产量先增加后降低, 以添加 7.5% NAM 处理的茶青产量和百芽重最高, 2010 年和 2009 年茶青产量分别比对照增产 5.20% 和 2.64%。2010 年茶青产量、芽头密度和百芽重增长率高于 2009 年, 土壤中铵态氮和硝态氮含量也普遍高于 2009 年。可见, NAM 具有抑制尿素的水解和铵态氮硝化的作用, 能够节省劳动力, 具有延长肥效的效果。

关键词: NAM; 茶树; 效果

中图分类号: S 571.106

文献标识码: A

Effect of Long-term Compound Additives on Tea Plants

ZHANG Qing, WANG Huang-ping, ZHANG Pan-dan, KONG Qing-bo, LIAO Yao-yao, LUO Tao

(Institute of Soil and Fertilizer, Fujian Academy of Agricultural Science, Fuzhou, Fujian 350013, China)

Abstract: A 2-year field experiment was conducted to study the effect of the long-term compound additives (NAM) in varying quantities on the tea trees. The results showed that increased NAM caused gradual increase on $\text{NH}_4^+\text{-N}$ and reduction on $\text{NO}_3^-\text{-N}$. The additive slowed down the conversion of $\text{NH}_4^+\text{-N}$ to $\text{NO}_3^-\text{-N}$. With the addition of NAM, tea yield was increased initially, and then, decreased. Both yield and hundred-bud-weight of green tea peaked when 75% NAM was applied. The yield was more than 5.20% in 2010, and 2.64% in 2009, as compared to the control. The increasing rates on tea yield, bud density and hundred-bud-weight were higher in 2010 than 2009. And, the $\text{NH}_4^+\text{-N}$ and $\text{NO}_3^-\text{-N}$ contents in the soil were also higher in 2010 than 2009. Thus, it was concluded that NAM application could inhibit urea hydrolysis and ammonium nitrification resulting in savings on labor fertilizer.

Key words: NAM; tea; fertilization

肥料是作物的“粮食”, 化肥是当前世界作物生产应用最多肥料之一。据联合国粮农组织的数据统计, 化肥的增产作用占到农作物产量的 50%。但是, 目前我国农业生产中化肥的利用率较低, 特别是氮肥, 氮肥的表观利用率只有 30%~35%, 高产地区甚至低于 30%^[1], 造成了资源的浪费和环境的污染。磷肥施入土壤容易被钙、铁、铝、锰等离子固定^[2], 对作物生长的有效性不高。因此, 国内某些研究机构研制出一种长效复合肥添加剂 (NAM), 根据作物需求利用硝化抑制剂^[3]、尿酶抑制剂之间的协同增效作用, 并配入磷素活化剂配制而成^[4]。硝化抑制剂是在一定时期内通过抑制土壤中亚硝化细菌的活性来推迟铵离子微生物氧化的一类化合物^[5], 它和化学氮肥的配合施用可以延缓

$\text{NH}_4^+\text{-N}$ 的氧化过程, 从而减少氮素损失, 提高氮素利用率^[6]。NAM 等添加剂现在已是肥料新类型——“稳定性肥料”的核心技术^[14], 这种稳定性肥料具有肥效期长, 具有一定的可控性、养分利用率高、施肥次数少、增产幅度大、降低对环境的污染等特点^[15], 具有推广意义。其效果已在许多大田作物上得到验证^[7-9], 但尚未见在茶树上的应用报道。本试验进行添加剂 (NAM) 在茶树上的最佳用量和效果研究, 旨在为生产茶树专用肥 NAM 添加量提供数据参考。

1 材料与方法

1.1 试验地条件

试验于 2009~2010 年在福建省福州市连江长

收稿日期: 2011-06-15 初稿; 2011-08-11 修改稿

作者简介: 张青 (1977-), 女, 硕士, 助理研究员, 主要从事植物营养与施肥方面的研究 (E-mail: Zhangqing6643@sohu.com)

通讯作者: 罗涛 (1961-), 男, 研究员, 主要从事植物营养与施肥方面的研究

基金项目: 福建省科技计划项目——省属公益类科研院所基本科研专项 (2009R1003-3); 闽发改投资项目 ([2009] 1112)

龙华侨农场进行。农场地处连江黄岐半岛丘陵盆地，属亚热带海洋性气候，雨量充沛。年平均气温 16.7°C ，年平均积温 $6\,098^{\circ}\text{C}$ 。年均降雨量 $1\,743.1\text{ mm}$ ，年均无霜期 271 d ，间隔霜期 94 d ，初霜在12月左右，终霜在3月底，夏凉秋爽，四季如春，无污染，是发展茶叶的良好基地。土壤类型为山地黄红壤，土壤 $\text{pH}4.50$ ，有机质 $22\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ，碱解氮 $9.28\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ，速效磷 $31.71\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ，速效钾 $185.4\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ，全氮 1.86% ，全磷 0.075% ，全钾 1.63% 。

1.2 试验茶树

供试茶树品种为福云6号，系无性系、小乔木、大叶类、特早生种，7年树龄。

1.3 试验设计

试验设5个处理：(1)CK；(2)2.5‰ NAM ($3.84\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)；(3)5‰ NAM ($7.68\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)；(4)7.5‰ NAM ($11.52\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)；(5)10‰ NAM ($15.36\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)。各处理化肥用量相同，即：尿素 $1\,221\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ，过磷酸钙 $1\,404\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ，硫酸钾 $450\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。CK处理肥料在每年3、5、7和10月份分4次施入，其余4个处理肥料和NAM分别在每年3月份和7月份分2次施入。每小区重复3次，小区面积为 30 m^2 。

1.4 样品采集与测定

百芽重为每小区茶树人工随机采1芽3叶100个，用天平及时称重所得重量；芽头密度为用 $30\text{ cm}\times 30\text{ cm}$ 铁丝框在每个茶树小区随机抽取3个点，数框内的芽头个数，取平均值；产量为每小区用机器采茶的重量；施春肥前，用取土器在每小区内以梅花状取5点0~20 cm耕层土样，混匀，部分鲜样用于测定土壤铵态氮和硝态氮含量，剩余土样进行风干，研磨过筛，用于测定相关土壤养分，土壤养分测定采用常规方法^[10]。

由图1可以看出，随添加剂用量的增加，土壤铵态氮含量呈增加的趋势，而硝态氮含量正好相反，呈降低的趋势，此研究结果与刘昭兵^[11]在水稻上的研究结果一致。施用添加剂的处理能保持较高的土壤铵态氮含量，添加剂处理显著高于对照，铵态氮含量比对照增加 $0.66\sim 1.97\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (2009) 和 $0.13\sim 1.13\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (2010)，土壤中硝态氮含量以对照的最高，为 $11.70\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (2009) 和 $17.43\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (2010)，这可能是脲酶抑制剂延缓尿素水解和硝化抑制剂控制铵硝化的综合作用所致。2010年土壤中铵态氮和硝态氮含量比2009年相应增高，其趋势一致，可见添加剂能提高土壤铵态氮和硝态氮的含量，延长肥效。可知添加剂可有效抑制土壤中铵态氮的转化，从而延缓了茶树氮素的吸收，还可降低氮肥过量施用可能引起的环境污染风险。

2 结果与分析

2.1 添加剂不同用量对土壤氮素形态含量的影响

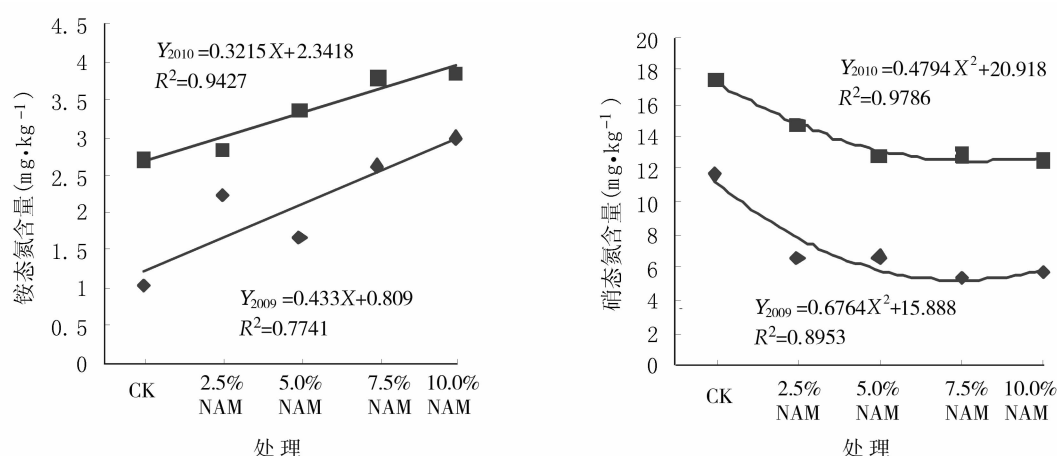


图1 添加剂不同用量对土壤铵态氮、硝态氮含量的影响

Fig. 1 Effect of NAM on NH_4^+-N and NO_3^--N in soil

2.2 添加剂不同用量对茶叶中养分含量的影响

茶叶中氮磷钾含量对茶叶品质有一定的影响。氮素是所有氨基酸、蛋白质的组成成分之一，也是

核酸、叶绿素、多种辅酶、多种维生素和多种激素的主要成分之一。磷在茶树体内的含量少于氮和钾，但磷对提高茶叶品质有十分重要的意义，磷对

提高茶叶品质的作用，主要表现在香气和滋味两个方面。钾是茶树生长的重要营养元素之一，能加强光合作用，促进代谢产物的运输、储存等。表 1 可见，不同处理对茶叶中氮磷钾含量差别不大，氮、磷含量以添加 5.0‰NAM 的处理稍高于其他处理，钾以添加 2.5‰NAM 的处理稍高于其他处理，但都没有达到显著差异。可以看出，添加 NAM 处理虽然施肥次数减少 2 次，但茶树养分吸收量并没有降低，说明 NAM 能延长肥效，供给茶树养分吸收。

表 1 添加剂不同用量对茶叶养分含量的影响
Table 1 Effect of NAM on nutrient content of tea

处理	氮 (g · kg ⁻¹)	磷 (g · kg ⁻¹)	钾 (g · kg ⁻¹)
CK	41.23	4.24	20.27
2.5‰NAM	41.23	4.55	20.47
5‰NAM	41.33	4.67	20.10
7.5‰NAM	40.63	4.15	19.73
10‰NAM	40.27	4.13	18.93

2.3 添加剂不同用量对茶青产量的影响

由表 2 可看出，2009 年添加 7.5‰NAM 的处理茶青产量最高，比对照提高 2.64%，添加 2.5‰NAM 和 5‰NAM 的处理产量比对照稍有提高，而添加 10‰NAM 的处理产量比对照降低 9.25%。2010 年施用添加剂后茶树的增产效果好于 2009 年，添加剂处理的茶青产量均高于对照，在施用一定量添加剂处理中(施用 2.5‰~7.5‰NAM)，茶青产量随着添加剂用量的增大而增加，而施用较高添加剂用量时(10‰NAM)，茶青产量出现下降的趋势。添加 7.5‰NAM 处理茶青产量最高，与 2009 年结果一致。可见，添加剂加入量为 7.5‰时增产效果最好，较高添加剂用量会造成茶树减产，这可能与高量的添加剂抑制铵态氮向硝态氮转化的能力高于低量添加剂，造成茶树吸收硝态氮量减少有关。

表 2 添加剂不同用量对茶青产量的影响
Table 2 Effect of NAM on tea yield

处理	2009 年产量 (kg · hm ⁻²)	增长率 (%)	2010 年产量 (kg · hm ⁻²)	增长率 (%)
CK	15900±1436	—	21075±1324	—
2.5‰NAM	16140±1368	1.51	21615±1431	2.55
5‰NAM	15960±1520	0.38	21960±1125	4.22
7.5‰NAM	16320±1092	2.64	22170±1242	5.20
10‰NAM	14430±1020	-9.25	21525±1085	0.21

注：2009 年产量为 3 次采茶总和，2010 年产量为 4 次采茶总和。

2.4 添加剂不同用量对茶树百芽重的影响

百芽重是显示茶树芽头的生长势及肥壮程度，能充分说明茶树的肥力状况。由表 3 可看出，2009 年施用 7.5‰NAM 添加剂的处理百芽重最高，比对照提高 2.29%，其他处理都稍低于对照，但差异都不显著。2010 年与对照相比，配施添加剂处理的百芽重均高于对照，百芽重比对照提高了 1.01%~3.21%，这表明添加剂能促进茶叶芽头生长(5‰NAM 处理除外)，从而提高茶青产量，其中均以 7.5‰NAM 处理百芽重最高。2010 年比 2009 年百芽重增长率提高，2 年百芽重均以 7.5‰NAM 处理为最高，表明添加 7.5‰NAM 可有效促进茶叶芽头的生长，并使茶青增产。

表 3 添加剂不同用量对百芽重的影响
Table 3 Effect of NAM on hundred-bud-weight of tea

处理	2009 年 白芽重(g)	增长率 (%)	2010 年 白芽重(g)	增长率 (%)
CK	68.7±5.8	—	102.3±2.2	—
2.5‰NAM	66.8±3.6	-2.71	103.9±7.4	1.54
5‰NAM	63.6±4.1	-7.45	100.4±1.8	-1.90
7.5‰NAM	70.3±4.2	2.29	105.6±1.1	3.21
10‰NAM	67.7±5.7	-1.48	103.4±8.6	1.01

2.5 添加剂不同用量对芽头密度的影响

由表 4 可看出，2010 年施用 5‰NAM 处理的茶树芽头密度为最多，对照的芽头密度为最少。与对照相比，施用添加剂都提高了茶树的芽头密度，添加 2.5‰、5‰、7.5‰、10‰NAM 处理分别比施肥处理提高了 22.91%、25.00%、20.83% 和 16.67%，这与 2009 年的研究结果相一致，且 2010 年芽头密度的增长率明显高于 2009 年的施肥处理，这与 2010 年土壤中铵态氮和硝态氮含量高于 2009 年，茶树供氮量高于 2009 年有关。

表 4 添加剂不同用量对芽头密度的影响
Table 4 Effect of NAM on bud density of tea tree

处理	2009 年芽头密度 (个 · 0.09 m ⁻²)	增长率 (%)	2010 年芽头密度 (个 · 0.09 m ⁻²)	增长率 (%)
CK	55±8	—	48±6	—
2.5‰NAM	56±6	1.82	59±6	22.91
5‰NAM	56±7	1.82	60±9	25.00
7.5‰NAM	57±8	3.64	58±11	20.83
10‰NAM	58±10	5.45	56±11	16.67

3 讨论与结论

3.1 施用添加剂的处理能保持较高的土壤铵态氮含量，土壤中的铵态氮含量有随着添加剂用量的增大而增加的趋势，配施 NAM 处理的土壤硝态氮变化趋势与铵态氮变化趋势相反。已有大量研究表明，添加剂与氮肥结合使用可以降低氮素损失，提高氮肥利用率^[12-13]。脲酶抑制剂和硝化抑制剂协同作用可以对尿素氮转化过程进行控制，其机理主要是抑制尿素的水解和铵态氮的硝化。

3.2 添加 7.5‰NAM 的处理茶青产量最高，百芽重最高，2010 年茶青增产量、芽头密度增长率和百芽重增长率高于 2009 年。长效复合肥添加剂 NAM 在一定范围内随施用量的增加茶叶产量随之增加，当过量施用，产量会降低，这是因为过量的添加剂抑制了铵态氮向硝态氮的转化，使茶树吸收硝态氮的量减少。所以，添加剂的施用要控制在一定范围内。

3.3 对照处理每年施肥 4 次，添加 NAM 的处理每年施肥 2 次，而添加 NAM 的处理在茶树产量、芽头密度和百芽重方面普遍高于对照处理，可见，NAM 对延长肥料的肥效具有较好的效果，这样就实现了在减少施肥次数的情况下，产量等指标没有降低，反而稍有增加，减少了劳动力的投入，具有推广意义。

参考文献：

- [1] 朱兆良. 氮肥管理与粮食生产和环境 [J]. 土壤学报, 2002, 39 (S): 3-11.
- [2] LU Q M, LIAO Z W. Comparative study on characteristics of P fixation by Mn, Fe and Al [J]. Pedosphere, 1997, 7 (4): 325-330.
- [3] TRENKEL M E. 农业生产中的控释与稳定肥料 [M]. 石元亮, 孙毅, 译. 北京: 中国科学技术出版社, 2002: 5-6.
- [4] 冯元琦, 张德生, 李忠. 复合肥长效添加剂是提高化肥利用率的新途径 [J]. 磷肥与复肥, 2007, 22 (1): 41-43.
- [5] ZERULLA W, BARTH T, DRESSEL F, et al. 3, 4 Dimethylpyrazole phosphate (DMPP) -a new nitrification inhibitor for agriculture and horticulture [J]. Biology and Fertility of Soils, 2001, 34: 79-84.
- [6] GIOACCHINI P, NASTRI A, MARZADORI C, et al. Influence of urease and nitrification inhibitors on losses from soils fertilized with urea [J]. Biology and Fertility of Soils, 2002, 36: 129-135.
- [7] 邓军波, 袁乐斌. NAM 缓释复合肥对水稻生长发育及产量的影响 [J]. 现代农业科技, 2011, (6): 287-288.
- [8] 冯守疆, 赵欣楠, 车宗贤, 等. 不同施肥处理对制种玉米的影响研究 [J]. 甘肃农业科技, 2010, (7): 7-9.
- [9] 黄丽芬. “施可丰”长效缓释肥在水稻上的应用效果试验 [J]. 北方水稻, 2010, 40 (4): 68-69.
- [10] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法 [M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1999.
- [11] 刘昭兵, 纪雄辉, 彭华, 等. 施氮量及抑制剂配比对双季稻生长期温室气体排放的影响 [J]. 生态环境学报, 2010, 19 (4): 919-927.
- [12] 陈振华, 陈利军, 武志杰. 脲酶-硝化抑制剂对减缓尿素转化产物氧化及淋溶的作用 [J]. 应用生态学报, 2005, 16 (2): 238-242.
- [13] 徐星凯, 周礼恺, OSWALD V C. 脲酶抑制剂/硝化抑制剂对植稻土壤中尿素 N 行为的影响 [J]. 生态学报, 2001, 21 (10): 1682-1686.
- [14] 罗斌, 束维正. 我国缓控释肥料的研究现状与展望 [J]. 化肥设计, 2010, 48 (6): 58-60.
- [15] 石元亮, 王玲莉, 刘世彬, 等. 中国化学肥料发展及其对农业的作用 [J]. 土壤学报, 2008, 45 (5): 852-864.

(责任编辑: 柯文辉)