

不同施肥方式对苹果钙素吸收及土壤养分的影响

呼丽萍, 谢天柱, 邹亚丽, 王廷璞, 陈 荃, 叶小艳

(天水师范学院 生命科学与化学学院, 甘肃 天水 741001)

摘 要: 在大田条件下, 研究了单施有机肥和有机肥配施化肥(混施)处理对苹果果品钙素吸收及土壤养分的影响。结果表明: 单施有机肥土壤剖面硝态氮变化量不大, 但可显著增加 0~30 cm 土层有机质含量, 而混施可造成深层土壤硝态氮的累积, 累积可达到 120 cm 土层。单施有机肥显著提高了果品钙素含量, 与混施相比单施有机肥处理下 SOD 酶活性增加了 21.82%, 果实硝态氮含量降低了 77.46%, 说明当地有机肥的施用量基本维持了果园生态系统的碳、氮平衡, 单施有机肥促进了果品钙素的吸收, 对改善果实品质, 促进果实硝态氮的转化, 调节土壤硝酸盐含量变化有着很好的效果, 而混施土壤硝态氮的累积可能在一定程度上抑制了苹果树对钙素的吸收。

关键词: 有机肥; 钙素; 硝态氮; 有机质

中图分类号: S 661.106 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2011)14-0016-04

西北黄土高原地区光照充足, 昼夜温差大, 土层深厚, 是世界著名的苹果优生区^[1-2]。但土壤瘠薄是制约其苹果产业发展的关键因素, 为了提高苹果的产量, 果农在生产实际中往往大量使用氮素化肥, 目前我国果园的纯氮施用量已达到 400~600 kg/hm², 且呈逐年增加趋势^[3-4], 由于施肥不科学, 施肥结构及比例失调, 不仅破坏土壤结构、污染环境而且影响果实的品质及产量, 更造成果实的生理病害。近年来, 由于果实缺钙导致的苹果病害越来越严重, 如苹果的苦痘病、水心病、痘斑病等^[5], 果树缺钙不一定是土壤中钙素不足, 相反, 在许多情况下, 苹果根际土壤中表现出钙素积累现象, 因此果树钙素营养失调可能是钙的吸收、运输和分配受影响造成的^[6-7]。土壤中离子拮抗, 土壤温度、pH 值、N 肥形态及土壤中的氮/钙比等均可影响根系对钙的吸收, 导致果实缺钙^[8], 氮/钙比过大或钙/镁比过低、或钾/钙比过低, 苹果易感苦痘病, 尤其氮素营养过剩更易引起果实缺钙。该研究在大田条件下对 2 种传统施肥方式进行了对比试验, 探讨了土壤有效养分与果品钙素吸收的关系, 对于指导大田生产, 提高苹果的质量有重要的现实意义。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2005~2008 年于甘肃省天水东南部自秦

安县新联村 15 a 生苹果园进行, 品种为红富士(*Malus domestica* cv 'fuji'), 砧木为山定子(*M. baccata* (L.) crab apple)。

1.2 试验方法

栽植株行距 2 m×3 m, 选取生长势基本一致, 无病虫害的苹果树样地各 3 块, 于 2005 年 3 月进行处理, 施肥方法是距中心干 50 cm 两侧挖深和宽为 25 cm 左右的沟, 有机肥处理分别在春季、果实膨大期和秋季每株均匀施有机肥(猪粪:鸡粪:人粪尿:菜籽渣=50%:10%:30%:10%), 667 m² 施有机肥年总量为 2 000 kg, 混施处理化肥年施入总量为每年 100 kg (氮、磷、钾总养分≥30%, 15%-5%-10%), 有机肥总量为 2 000 kg。

果实采收期(2008 年 10 月 10 日), 在果园中选择株形相似、自由纺锤型、生长结果正常的苹果树, 于 1.5 m 高处的树冠外围选取大小相近、成熟度基本一致、无病害和创伤的健康果实进行果实分析。同时每块样地土壤样品采取蛇形取样, 12 点混合, 避开施肥沟, 取土层次分别为 0~10、10~30、30~60、60~90 和 90~120 cm, 随后将每层 12 点土样均匀混合, 按四分法取样。

1.3 测定项目

果实钙素含量采用原子吸收分光光度法, 超氧化物歧化酶(SOD)总活性采用氮蓝四唑(NBT)光还原法测定, 过氧化物酶(POD)总活性采用愈创木酚比色法, 植物硝态氮含量采用水杨酸法。土壤有机质用重铬酸钾容量法-外加热法, 硝态氮含量的测定用紫外分光光度法, 铵态氮含量的测定用靛酚蓝比色法。

第一作者简介: 呼丽萍(1962-), 女, 甘肃通渭人, 研究员, 现主要从事果树营养及病理研究工作。E-mail: huplxie@163.com。

基金项目: 天水师范学院院列资助项目(TSA0819)。

收稿日期: 2011-04-19

2 结果与分析

2.1 单施有机肥和混施对果实钙素含量的影响

由图 1 可看出,单施有机肥显著增加了果实钙含量,单施有机肥处理的苹果果实钙素含量比混施处理高 27.77%,差异达到了极显著水平($P<0.01$),说明单施有机肥处理下果树对钙素的吸收效果优于混施。

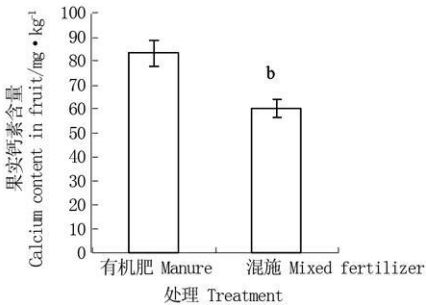


图 1 不同施肥类型对果实钙素含量的影响
Fig. 1 The calcium concentration of fruit under different fertilizer style

2.2 单施有机肥和混施对果实抗氧化性酶和硝态氮含量的影响

单施有机肥处理中果实的 SOD 酶活性约为混施处理的 1.27 倍,POD 酶活性趋势与 SOD 酶活性相同,也表现为单施有机肥处理优于混施处理,且单施有机肥 POD 酶活性约为混施处理的 1.25 倍,但无显著差异,已有的研究表明,果实缺钙时,SOD 活性下降,细胞对活性氧的清除能力减弱,膜脂过氧化作用加强。这一推论可以部分解释植物缺钙时,生物膜系统受到伤害,细胞膜透性增大的机理^[8]。该试验的结果表明,单施有机肥处理果实钙含量较混施处理的高,而 SOD 酶活性也显著高于混施处理($P<0.05$),在一定程度上反映出单施有机肥处理下果实的抗氧化性和抗逆境能力较强。单施有机肥处理下果实的硝态氮与混施相比降低了 77.46%,说明单施有机肥可促进果实硝酸盐的转化。

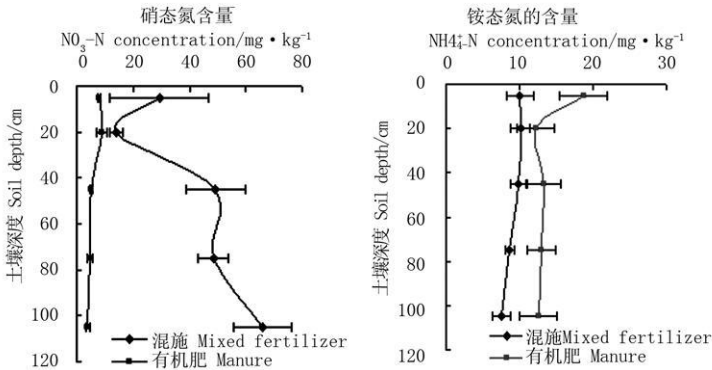


图 3 单施有机肥和混施对土壤硝态氮(a)和铵态氮(b)的影响
Fig. 3 Soil $\text{NO}_3^- \text{--} \text{N}$ and $\text{NH}_4^+ \text{--} \text{N}$ concentration under fertilizer and mixed fertilizer

表 1 单施有机肥和混施对果实 SOD、POD 酶总活性、硝态氮含量的影响

Table 1 SOD, POD activity and $\text{NO}_3^- \text{--} \text{N}$ content of fruit under different fertilizer style			
处理 Treatment	SOD / $\text{U} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$	POD / $\text{U} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$	果实硝态氮 $\text{NO}_3^- \text{--} \text{N}$ Content / $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$
混施 Mixed fertilizer	147.74 \pm 17.36 B	10.21 \pm 2.73	275.44 \pm 62.04 A
有机肥 Manure	188.98 \pm 15.65 A	12.83 \pm 3.11	62.08 \pm 19.12 B

2.3 单施有机肥和混施对土壤化学性质的影响

2.3.1 单施有机肥和混施对土壤有机质的影响 土壤有机质是土壤的重要组成部分,土壤的物理、化学、生物等许多属性都与有机质的存在有关。同时,土壤有机质是土壤肥力的重要标志之一^[9]。由图 2 可以看出,在表层及浅层土壤中,单施有机肥处理与混施处理间有显著差异($P<0.05$),在 0~10 cm 和 10~30 cm 土层,单施有机肥处理比混施有机质分别高出了 29.81%、25%。这 2 种处理对深层土壤有机质含量影响无显著差异($P>0.05$)。

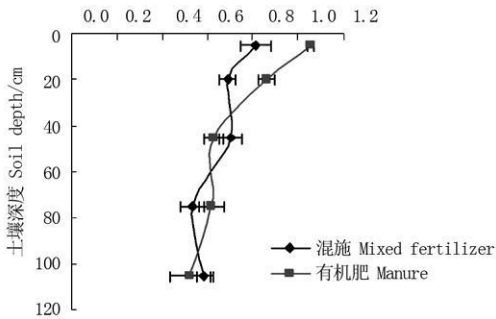


图 2 不同施肥类型的土层中有机质含量的比较
Fig. 2 The comparison of different fertilization on the organic content

2.3.2 单施有机肥与混施对土壤硝态氮及铵态氮的含量的影响 土壤中铵态氮($\text{NH}_4^+ \text{--} \text{N}$)和硝态氮($\text{NO}_3^- \text{--} \text{N}$)的含量以及有机氮化合物转化为铵态氮($\text{NH}_4^+ \text{--} \text{N}$)和硝态氮($\text{NO}_3^- \text{--} \text{N}$)的速率(N 矿化速率)直接影响着土壤的氮素供给能力(Binkley and Hart, 1989)。由图 3

可看出, 2 种处理下对表层土壤硝态氮的含量变化不大, 0~30 cm 层混施与单施有机肥处理下硝态氮的含量无显著差异, 但随着土壤层次的加深, 混施处理出现了土壤深层硝态氮的累积, 特别是 90~120 cm 层, 硝态氮的含量是 10~30 cm 层土壤的 4.69 倍, 而单施有机肥则在整个土壤剖面, 硝态氮的含量较为稳定, 变化度不大, 整个土壤剖面硝态氮含量在 3.86~8.83 mg/kg 的范围内变动。2 种处理下, 铵态氮的含量较为稳定, 且 2 种处理下土壤铵态氮的含量无显著差异, 随着土壤层次的加深, 铵态氮变化量较小。

3 讨论

3.1 单施有机肥和混施对果实钙素含量的影响

有机肥料含有植物所需要的多种中量元素、微量元素和氨基酸、核糖、维生素等有机营养成分, 它是一种完全肥料, 有机肥在分解过程中产生的有机酸对土壤中难溶性养分有螯合增溶作用, 可活化土壤潜在养分, 从而提高难溶性磷酸盐及微量元素养分的有效性。而已有的研究表明, 随着化肥的大量施用, 化肥的有些养分会被土壤吸收, 螯合固定, 降低肥效。如过磷酸钙和钙镁磷肥直接施入土壤, 容易同土壤中的铁、铝、钙等元素结合, 生成难溶性的磷酸物而被固定, 造成有效养分损失^[10]。长期施用化肥会破坏土壤的团粒结构, 造成土壤粘重板结, 降低耕作性能和供肥性能^[11], 从而影响了植物对钙素的吸收。该研究结果表明, 有机肥养分全面, 可活化土壤潜在养分, 促进植物对钙素的吸收。

3.2 单施有机肥与混施对保护性酶的影响

缺钙引起的果树生理失调症多数是由于果实细胞膜功能受损导致代谢失调造成的, 自由基的积累导致膜的整体破坏。SOD 和 POD 酶属于果实保护酶, 可分解自由基, 降低膜的过氧化伤害, 钙对 SOD 酶的活性具有促进作用, 可延缓衰老^[12], 汪仁等^[13]研究发现, 随着有机肥(鸡粪)施用量的增加叶片丙二醛的含量随之降低, 超氧化物歧化酶(SOD)活性、过氧化物酶(POD)活性和可溶性蛋白质含量则随之提高。该研究结果也表明, 与混施相比单施有机肥增加了 SOD 酶的活性, 提高了果实的抗氧化性和抗逆境能力, 可能是单施有机肥促进了钙素吸收的结果。

3.3 单施有机肥与混施对土壤化学性质的影响

王兴祥等^[14]研究发现, 施用有机肥更有利于大团聚体含量的增加。姜灿烂等^[15]研究发现, 增施有机肥后, 土壤中大于 5 mm 机械稳定性大团聚体增幅达 2%~42%, >0.25 mm 水稳性团聚体含量与土壤有机质含量成极显著正相关($P<0.01$)。该试验结果也表明, 0~30 cm 土层中单施有机肥有机质的含量显著高于混施处理, Gong 等^[16]报道, 在冬小麦夏玉米种植模式下单施堆肥土壤有机碳含量显著高于氮磷钾肥配施减量堆肥、单施氮钾肥、单施磷钾肥、单施氮磷肥、单施氮

磷钾肥及对照处理。但也有研究认为有机肥与化肥配施, 在 0~20 及 20~40 cm 土层土壤有机碳含量都高于单施有机肥^[17], 可能不同的有机肥类型、配比比例、耕地基况及种植模式对土壤有机碳含量影响不同。

施用氮肥能直接影响土壤中 NO_3^- -N 的含量水平。在干旱半干旱地区由于降水量少, 淋失和反硝化作用很弱, 长期施用氮肥会造成过量 NO_3^- -N 在土壤深层积累。郭胜利等^[18]研究发现, 在坡地果园土壤上, 连续施肥超过 7 a 就会发生深层 NO_3^- -N 的积累, 15 a 后 100~200 cm 土层 NO_3^- -N 的积累量达到 1 400 kg/hm²。该研究结果表明, 配施氮肥后在 30~120 cm 土层出现了土壤硝态氮的累积, 特别是 90~120 cm 层, 硝态氮的含量是单施有机肥处理的 17.09 倍, 硝态氮的累积可能造成土壤酸化, 从而影响果树对钙素的吸收, 而单施有机肥则在整个土壤剖面, 硝态氮的变化度不大, 表明当地有机肥的施用量基本维持了果园生态系统的碳、氮平衡, 而注重施用见效快的氮肥, 导致养分供应失衡, 影响作物正常吸收利用, 势必引起土壤盐分的过剩而累积进而造成作物生理性干旱, 甚至产生各种生理性病害。

硝态氮是植物利用氮素的主要形态, 一旦氮肥施用过量将对环境造成污染, 氮肥用量也是蔬菜中硝酸盐积累的主要外源因子^[19], 蔬菜体内过多累积硝酸盐虽无害于植株, 却对食用后的人体健康构成潜在威胁^[20]。因此硝态氮含量的高低也是衡量果品安全品质的一个重要指标, 许多研究表明, 植物体内硝酸盐的累积量与土壤硝酸盐含量成显著正相关^[21-22], 该研究结果表明, 单施有机肥果实的硝态氮与混施相比降低了 77.46%, 单施有机肥对改善果实品质、促进果实硝态氮的转化, 调节土壤硝酸盐含量变化有着很好的效果。

4 结论

有机肥在分解过程中产生的有机酸对土壤中难溶性养分有螯合增溶作用, 可活化土壤潜在养分, 从而提高难溶性磷酸盐及微量元素养分的有效性。单施有机肥可显著提高果实钙素的吸收。与混施相比, 单施有机肥处理下 SOD 酶的活性增加了 21.82%, 可能与有机肥促进了钙素吸收相关, 从而可提高果品的抗氧化性和抗逆性。

在 0~10 cm 和 10~30 cm 土层, 单施有机肥处理比混施有机质分别高出 29.81%、25%, 而深层土壤中混施处理硝态氮的含量是单施有机肥处理的 17.09 倍, 表明当地有机肥的施用量基本维持了果园生态系统的碳、氮平衡, 增施氮肥可造成深层硝态氮的累积, 并在一定程度上抑制了果实对钙素的吸收。

单施有机肥果实的硝态氮与混施相比降低 77.46%, 单施有机肥对改善果实品质、促进果实硝态氮的转化, 调节土壤硝酸盐含量变化有着很好的效果。

参考文献

[1] 翟衡, 史大川, 束怀瑞. 我国苹果产业发展现状与趋势[J]. 果树学报. 2007, 24(3): 355-360.

[2] 田世英. 我国苹果产业概况及发展思路[J]. 中国果树, 2004(4): 32-35.

[3] 高超, 张桃林, 孙波, 等. 1980 年以来我国农业氮素管理的现状与问题[J]. 南京大学学报(自然科学版), 2002, 38(5): 716-721.

[4] 彭福田, 姜远茂. 不同产量水平苹果园氮磷钾营养特点研究[J]. 中国农业科学, 2006, 39(2): 361-367.

[5] 谢玉明, 易干军, 张秋明. 钙在果树生理代谢中的作用[J]. 果树学报. 2003, 20(5): 369-373.

[6] 罗志军, 田秀英. 果树钙素营养研究进展[J]. 北方园艺, 2006(1): 56-58.

[7] 郑伟尉, 李瑞臣, 赵素香, 等. 不同类型土壤的含钙量与苹果的钙素营养[J]. 落叶果树, 2005(3): 1-3.

[8] 张英鹏, 李彦, 张明文, 等. 不同氮、钙营养对菠菜安全品质与抗氧化酶活性的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2008, 14(4): 754-760.

[9] 张勇, 庞学勇, 包维楷, 等. 土壤有机质及其研究方法综述[J]. 世界科技研究与发展, 2005, 27(5): 72-78.

[10] 巨晓棠, 张福锁. 中国北方土壤硝态氮的累积及其对环境的影响[J]. 生态环境, 2003, 12(1): 24-28.

[11] 朱兆良. 中国土壤氮素研究[J]. 土壤学报, 2008, 45(5): 778-783.

[12] 关军锋. Ca^{2+} 对苹果果实细胞膜透性、保护酶活性和保护物质含

量的影响[J]. 植物学通报, 1999(16): 72-74.

[13] 汪仁, 邢月华, 包红静. 施用有机肥对春玉米生育后期叶片酶活性的影响[J]. 杂粮作物, 2010, 30(4): 299-301.

[14] 王兴祥, 张桃林, 鲁如坤. 施肥措施对红壤结构的影响[J]. 中国生态农业学报, 2001, 9(3): 70-72.

[15] 姜灿灿, 何圆球, 刘晓利, 等. 长期施用有机肥对旱地红壤团聚体结构与稳定性的影响[J]. 土壤学报, 2010, 47(4): 715-721.

[16] Gong W, Yan X Y, Wang J Y, et al. Long-term manuring and fertilization effects on soil organic carbon pools under a wheat-maize cropping system in North China Plain[J]. Plant and Soil, 2009, 314: 67-76.

[17] 胡诚, 乔艳, 李双来, 等. 长期不同施肥方式下土壤有机碳的垂直分布及碳储量[J]. 中国农业生态学报, 2010, 18(4): 689-692.

[18] 郭胜利, 周印东, 张文菊, 等. 长期施用化肥对粮食生产和土壤质量性状的影响[J]. 水土保持研究, 2003, 10(1): 16-22.

[19] 任祖淦, 邱孝煊, 蔡元呈, 等. 施用化学氮肥对蔬菜硝酸盐的积累及其治理研究[J]. 土壤通报, 1999, 30(6): 265-267.

[20] 杨晓英, 杨劲松. 氮素供应水平对小白菜生长和硝酸盐积累的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2007, 13(1): 160-163.

[21] 马茂亭, 安志装, 邹国元, 等. 不同施肥处理对特菜根芹菜产量和硝酸盐积累的影响[J]. 中国农学通报, 2010, 26(17): 214-217.

[22] 李文娣, 李建设, 芦燕, 等. 不同施肥方式对温室樱桃番茄果实和土壤硝酸盐含量变化的影响[J]. 西北植物学报, 2010, 26(17): 214-217.

Effects of Different Fertilizations on the Calcium Content in the Apple Fruits and Soil Nutrient

HU Li-ping XIE Tian-zhu ZOU Ya-li WANG Tin-pu, CHEN Quan, YE Xiao-yan
(College of Life Science and Chemistry, Tianshui Normal University, Tianshui Gansu 741001)

Abstract: The effects of different fertilizations(single manure application and combined application of chemical fertilizer and manure)on the calcium content in the apple fruit and soil nutrient were studied. The results showed that the variation of NO_3-N concentration along the soil profile was limited under the single application of manure, however the organic matter was significant increased in 0 ~ 30 cm, moreover NO_3-N concentration accumulated in deep soil under combined of chemical fertilizer and manure, and the accumulation depth reached to 120 cm. The calcium content were significant increased under the single manure application. The activities of SOD increased 21.82%, the nitrate content in fruit decreased 77.46% under single application of manure compare to combined application of chemical fertilizer and manure. These results illustrated that the quantity of manure application basically maintained carbon and nitrogen balance of local orchard. Single manure application promoted the calcium absorption, it has good effects on quality of fruit, enhancing the process of transformation of nitrate in fruit, adjusting changes of soil nitrate content, whereas, NO_3-N 's accumulation in soil maybe inhibited the absorption of calcium in fruit under combined application.

Key words: manure; calcium; nitrate nitrogen; organic matter