

动物源有机肥对核桃根际土壤及叶片 微量元素含量的影响

崔楠楠¹, 孔云¹, 高遐虹¹, 付占国², 姚允聪¹

(¹北京农学院植物科学技术系, 北京 102206; ²北京市大兴区林业局, 北京 102600)

摘要:采用盆栽试验, 探讨不同配方动物源有机肥对核桃根际土壤与幼树叶片微量元素含量的变化及其相互关系的影响。以正交试验优选的猪血粉、蛋壳粉、鸡粪、磷酸铵六种不同配比的有机肥为处理, 于生长期测定和分析不同处理条件下二年生香玲核桃(*Juglans regia* L.)盆栽幼树根际土壤与叶片中铁、锰、铜、锌元素的含量变化及其相互关系。结果表明: 处理条件下核桃根际土壤中各元素呈先上升后下降的趋势; 而叶片中的各元素含量在不同处理条件下的变化趋势不同。各处理与对照相比, 显著提高核桃根际土壤和幼树叶片中有效铁、锰、铜、锌元素的含量; 但各处理在不同测试点上的促进效应以及对各个元素的促进效应不同。相关分析表明: 在不同处理条件下, 核桃根际土壤和叶片中各元素间分别存在着不同程度的相关关系, 正相关明显; 根际土壤中各元素与叶片中各元素间的负相关效应显著。综合分析认为, 动物源有机肥配方(猪血粉 40 g、蛋壳粉 30 g、磷酸铵 10 g)(T₆)对核桃幼树根际土壤及叶片中铁、锰、铜、锌元素的综合效果最佳。

关键词:动物源有机肥; 核桃幼树; 微量元素

中图分类号: S661.2 文献标识码: A

Effects of the Fertilizers Made from Animal Tissues on the Content and Relationships of Micro-element in Rhizosphere Soils and Leaves of the Potted Walnut

Cui Nannan¹, Kong Yun¹, Gao Xiahong¹, Fun Zhanguo², Yao Yuncong¹

(¹Department of Plant Science and Technology, Beijing University of Agriculture, Beijing 102206;

²Daxing District Forestry Bureau, Beijing 102600)

Abstract: Pot plant experiment was conducted to study the effect of the different fertilizer made from animal tissues on content change and relationships of micro-elements nutrient in rhizosphere soils and leaves of two-year Xiangling walnut (*Juglans regia* L.). Six kinds of formulations of blood meal, egg shell meal, and chicken manure and ammonium phosphates were selected as the fertilizer treatments to measure the content and relationships of Fe, Mn, Cu, Zn in rhizosphere soils and leaves of young walnut in growth period. The result showed that: the content of the micro-element in rhizosphere soils of walnut showed the tendency to increase first and then decrease and the change trend of the content of the micro-element in leaves was different with fertilizer treatments. Compared with the control, the content of Fe, Mn, Cu, Zn in rhizosphere soils and leaves of walnut were improved significantly, but the promoting effects of different fertilizer treatments on elements were different on test point. Correlative analysis showed that there were significant positive relationships among the micro-elements in rhizosphere soils and leaves of walnut, there were some significant negative relationships

基金项目:国家科技支撑重大项目“主要果树高效标准生产技术研究”(2008BAD92B08);北京市科学技术重大项目“梨有机栽培关键技术研究与推广”(D0705044040291)。

第一作者简介:崔楠楠,女,1982年出生,在读硕士生,主要从事果树种质资源利用。通信地址:102206北京市昌平区回龙观镇北农路7号,研究生0602班, Tel: 010-80791924, E-mail: cuinn_917@163.com。

通讯作者:姚允聪,男,教授,主要从事果树种质资源利用研究。Tel: 010-80799000, E-mail: yaoyc_20@126.com。

收稿日期:2009-02-09, **修回日期:**2009-03-01。

among the micro-elements in the content of elements of rhizosphere soils to that of leaves of walnut plant. It was speculated that comprehensive effect of the formulation of fertilizer made from animal tissues--blood meal: 40g, egg shell meal: 30g, ammonium phosphates: 10g(T₆) on Fe, Mn, Cu, Zn in rhizosphere soils and leaves of walnut was better than other treatments.

Key words: the fertilizer made from animal tissues, young walnut, micro-element

0 引言

土壤中的微量元素在植物的生长发育过程中起着重要作用^[1],其含量的变化及其相互关系反映出的养分平衡状况是果树产量和品质形成的关键限制因素^[2]。随着果品安全生产进程的加快,中国果园施肥制度发生了不断的改革,使用有机肥已成为生产者的共识。近年来,探讨生物源有机肥对经济作物根际土壤和树体养分、树体生长发育、产量品质的形成及其减少化肥污染效应的研究已成为关注的热点。杨玉爱等人^[3]研究施用有机肥料对土壤中锌、锰有效性的影响,认为施用有机肥料可提高农田土壤锌、锰的有效性。赵明等人^[4]等认为畜禽有机肥料使供试条件下的土壤有效铜、锰含量增加,有效锌含量降低;施用鸡粪可使土壤有效铁含量增加;而施用牛粪和猪粪则使土壤有效铁含量降低。然而,动物源有机肥及其不同配比对多年生果树植物根际和树体养分状况的影响的研究报道还不多见。笔者拟在研究不同种类及其配比的动物源有机肥对核桃园土壤和树体大量元素变化影响的基础上^[5],以二年生盆栽香玲核桃为试材,正交试验优选的6种不同配比的动物源有机肥为处理,测试比较不同配比的动物源有机肥对核桃幼树根际土壤和叶片中铁、锰、

铜、锌含量的变化,分析其相关关系,确定处理效应,为研究开发果树专用动物源有机肥、改良果树养分状况、促进安全果品生产提供理论依据和技术支持。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为长势均匀的二年生香玲核桃(*Juglans regia* L.)/绵核桃(*Juglans regia* L. mian hetao),来源于北京市农业科学院林业果树研究所。2003年冬季将二年生幼树植于上口直径30 cm,下口直径25 cm,高30 cm的塑料盆钵内。盆内土壤为沙壤土,重量5 kg,来自北京市门头沟区核桃试验园。土壤微量养分含量为:有效铁12.1 mg/kg、有效锰22.1 mg/kg、有效铜1.2 mg/kg、有效锌1.5 mg/kg。

供试的动物源有机肥材料为腐熟风干的猪血粉、鸡粪(购自天津大运饲料厂)、蛋壳粉(自行收集阴干后磨碎制成)。其养分含量见表1。

1.2 试验处理

以通过正交试验优选的六种配方的动物源有机肥为处理,不施肥为对照(表2)。2004年4月10日开始处理,处理时把有机肥料与盆土充分混匀。实验采用随机区组设计,4次重复,单株小区。

表1 动物源肥料各组分的营养元素含量 (mg/kg)

元素	血粉	蛋壳粉	鸡粪
N	210.0	80.6	225.0
P	1849.3	1300.0	161.0
K	5744.3	137.5	120.0
Fe	106	3.7	156.3
Mn	10.5	1.6	127.5
Cu	2.0	0.5	48.8
Zn	20.0	3.0	93.8

表2 试验处理设置表 (g)

处理	血粉	蛋壳粉	鸡粪	磷酸铵
T ₁	20	20	0	0
T ₂	30	40	20	0
T ₃	40	20	10	0
T ₄	20	40	10	5
T ₅	30	20	10	10
T ₆	40	30	0	10
T ₇ (CK)	0	0	0	0

1.3 测试指标及方法

分别于2004年6月10日、6月30日、7月20日、8月10日取土样,用DTPA浸提-原子吸收分光光度计^[6]测定土壤有效铁、锰、铜、锌含量;同时用原子吸收分光光度计^[7]测定幼树健壮枝条5~10节位叶片中的全铁、锰、铜、锌含量。

1.4 数据分析

应用Excel及DPS相关性分析软件进行方差和相

关关系分析。

2 结果与分析

2.1 动物源有机肥处理条件下,核桃根际土壤中有效铁、锰、铜、锌元素含量的变化

从图1-A、1-B、1-D可以看出,不同配方的动物源有机肥处理较明显的提高土壤中的有效铁、锰、锌含量。以各测试日期的平均土壤有效铁、锰、锌含量计算,处理的效应分别为:T₅>T₆、T₁、T₂>T₄、T₃>T₇

(CK); $T_1 > T_5$ 、 T_4 、 $T_2 > T_6$ 、 $T_3 > T_7$ (CK); $T_6 > T_5 > T_3$ 、 $T_1 > T_2$ 、 $T_4 > T_7$ (CK)。不同处理的土壤有效铁、锰、锌含量随时间的变化趋势是先增高,后降低;峰值出现在6月30日或7月20日。各处理(T_7 除外)的根际土壤的有效铁、锰含量在6月10日和8月10日无显著差异;根际土壤有效锌含量在6月10日和6月30日各处理(T_7

除外)无显著差异。

从图1-C可以看出,不同配方的动物源有机肥处理较明显的提高土壤中的有效铜含量。以各测试日期的平均土壤有效铜含量计算,处理的效应为: $T_6 > T_1$ 、 T_3 、 $T_5 > T_2 > T_4 > T_7$ (CK)。不同处理的土壤有效铜含量随时间的变化在7月20日之前呈上升趋势,而后变化平稳。

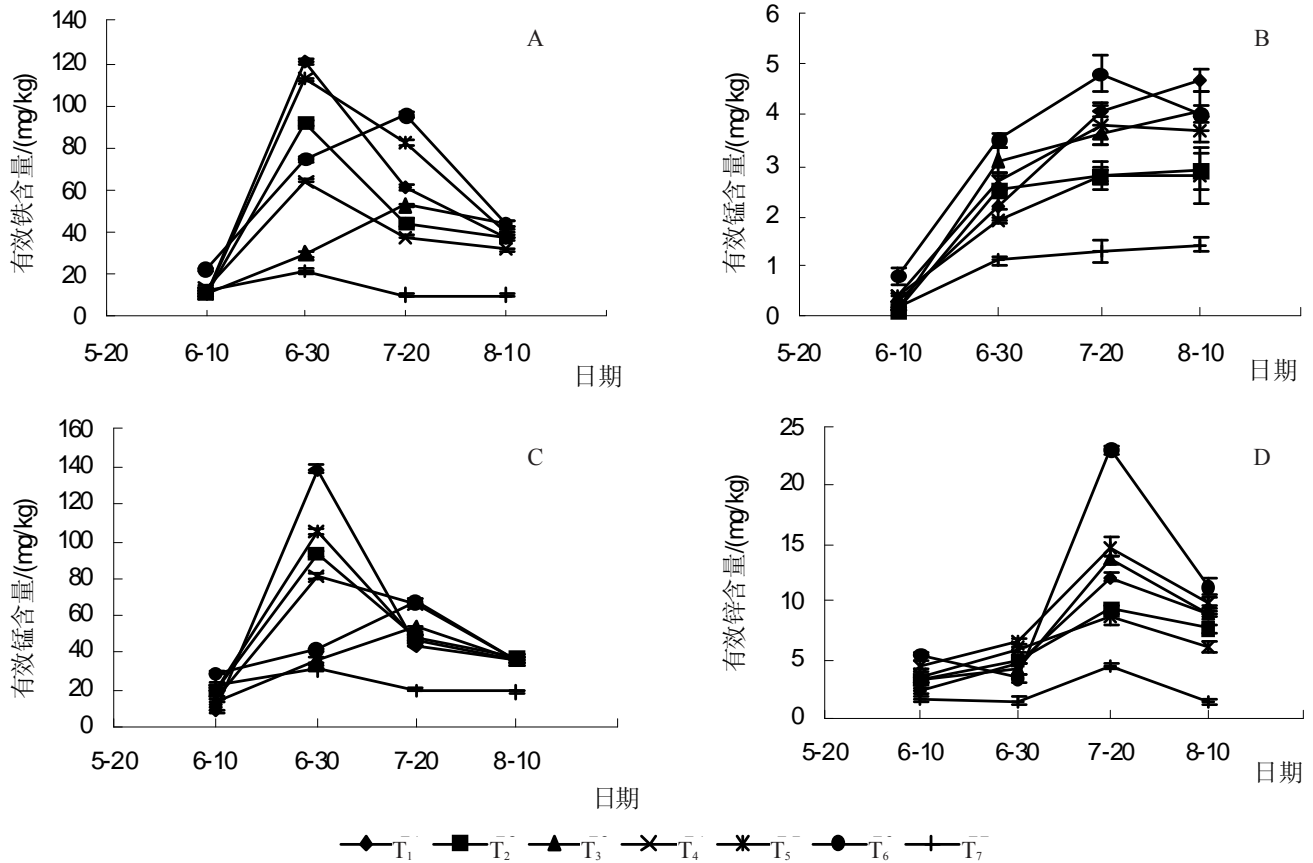


图1 不同肥料处理条件下核桃幼树根际土壤中有效铁、有效锰、有效铜、有效锌含量变化

2.2 动物源有机肥处理条件下,核桃幼树叶片铁、锰、铜、锌元素含量的变化

与对照相比,不同配比的动物源有机肥处理均显著提高核桃幼树叶片中的铁、锰、铜、锌含量。以各测试日期的平均含量计算,各处理对叶片铁、锰、铜、锌含量的效应分别为,铁: $T_6 > T_4$ 、 $T_1 > T_2$ 、 T_5 、 T_3 、 T_7 (CK); 锰: $T_6 > T_4 > T_2$ 、 T_5 、 T_3 、 $T_1 > T_7$ (CK); 铜:不显著; 锌: $T_4 > T_6$ 、 T_1 、 T_3 、 T_7 (CK) $> T_5 > T_2$ 。在不同配比动物源有机肥处理条件下,核桃幼树叶片铁含量在生长期随时间的变化趋势是先增高,后降低;峰值出现在6月30日。叶片锰含量的变化是 T_6 、 T_7 (CK)处理逐渐增高;其余处理呈先增高,后降低的趋势。叶片铜含量的变化是先降低、再增高、后降低的趋势。叶片锌含量的变化是 T_5 、 T_6 处理先降低,后增高;其余处理呈先降再增高后降的趋势(图2)。

2.3 动物源有机肥处理条件下各元素间的相关关系分析

2.3.1 核桃根际土壤、幼树叶片中各元素间的相关关系分析

在不同配比动物源有机肥处理条件下,根际土壤中有有效铁、锰、铜、锌元素间存在着显著的相关关系,表现正相关的有:铁-锰(T_1 、 T_2 、 T_4 、 T_5 、 T_6 、 T_7 (CK)),铁-铜(T_2 、 T_3 、 T_5 、 T_6),铁-锌(T_3 、 T_6),锰-铜(T_2 、 T_4 、 T_6),锰-锌(T_4 、 T_6),铜-锌(T_1 、 T_2 、 T_3 、 T_4 、 T_5 、 T_6);表现负相关的有:铁-锰(T_3),锰-铜(T_3)。幼树叶片中各元素的相关关系表现为,正相关的有:铁-锰(T_2 、 T_3),铁-铜(T_1 、 T_2 、 T_5 、 T_7 (CK)),锰-锌(T_6),铜-锌(T_2 、 T_4 、 T_5);负相关的有:铁-锰(T_6 、 T_7 (CK)),铁-锌(T_1 、 T_3 、 T_6 、 T_7 (CK)),锰-铜(T_1 、 T_4 、 T_5 、 T_6 、 T_7 (CK)),锰-锌(T_2 、 T_3 、 T_5)。说明根际土壤和幼树叶片中各元素间存在着相助和拮抗的关系,这种相互关系是有机肥配方选择的主要依据(表3)。

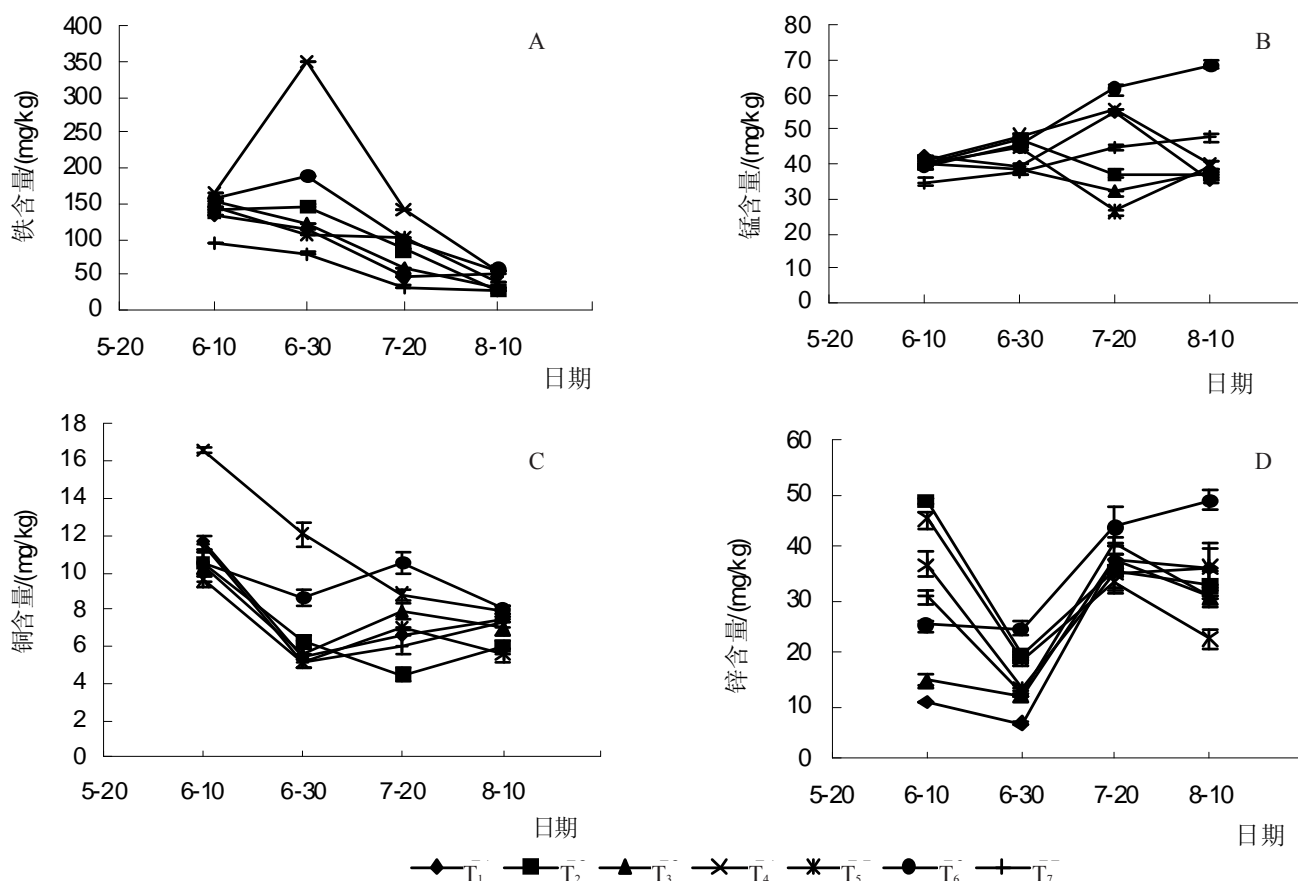


图2 不同肥料处理条件下核桃幼树叶片中铁、锰、铜、锌含量变化

表3 不同肥料处理核桃根际土壤和幼树叶片中铁、锰、铜、锌元素间的相关关系

处理	土壤有效铁、锰、铜、锌元素间相关关系						叶片铁、锰、铜、锌元素间相关关系					
	Fe-Mn	Fe-Cu	Fe-Zn	Mn-Cu	Mn-Zn	Cu-Zn	Fe-Mn	Fe-Cu	Fe-Zn	Mn-Cu	Mn-Zn	Cu-Zn
T ₁	+	NS	NS	NS	NS	+	NS	NS	-	NS	NS	NS
T ₂	+	+	NS	+	NS	+	+	NS	NS	NS	-	+
T ₃	-	+	+	-	NS	+	+	NS	-	NS	-	NS
T ₄	+	NS	NS	+	+	+	NS	NS	NS	NS	NS	+
T ₅	+	+	NS	NS	NS	+	NS	+	NS	NS	-	+
T ₆	+	+	+	+	+	+	-	NS	-	NS	+	NS
T ₇	+	NS	NS	NS	NS	NS	-	+	-	NS	NS	NS

注: **为相关系数T-测验 $\alpha=0.01$ 显著水平; *为相关系数T-测验 $\alpha=0.05$ 显著水平, 以下同。

2.3.2 根际土壤元素对幼树叶片各元素间的相关关系分析 在核桃根际土壤和幼树叶片中各元素间的112对相互关系中, 无显著相关关系的有47对, 呈显著和极显著正相关关系的有23对, 呈显著和极显著负相关关系的有42对。其中根际土壤有效铁对叶片铁(T₃), 锰(T₃, T₇(CK)), 铜(T₁, T₂, T₃, T₅), 锌(T₂, T₄, T₅, T₇(CK))呈显著和极显著负相关关系; 根际土壤有效锰对叶片中锰(T₇(CK)), 铜(T₁, T₅), 锌(T₂, T₄, T₅, T₇(CK))呈显著和极显著负相关关系; 根际土壤有效铜对叶片中铁(T₁, T₂, T₃, T₅, T₇(CK)), 锰(T₃), 铜(T₁, T₂,

T₃, T₄, T₅, T₇(CK)), 锌(T₂, T₄)呈显著和极显著负相关关系; 根际土壤有效锌对叶片中铁(T₁, T₂, T₃, T₆), 锰(T₂, T₃, T₅), 铜(T₁, T₂, T₄)呈显著和极显著负相关关系。呈显著和极显著正相关关系的有: 土壤中有有效铁对叶片中铁(T₄, T₇(CK)), 锰(T₂), 锌(T₃); 土壤中有有效锰对叶片中铁(T₃, T₄, T₇(CK)), 锰(T₂, T₄), 铜(T₃); 土壤中有有效铜对叶片中锰(T₆, T₇(CK)), 锌(T₁, T₃, T₆, T₇(CK)); 土壤中有有效锌对叶片中锰(T₁, T₄, T₆), 锌(T₁, T₃, T₆, T₇(CK))。说明根际土壤的有效元素的含量对幼树叶片的元素含量总体上起抑制作用(表4)。

表4 不同肥料处理根际土壤铁、锰、铜、锌元素对幼树叶片铁、锰、铜、锌元素间的相关关系

处理	土壤有效铁含量				土壤有效锰含量				土壤有效铜含量				土壤有效锌含量			
	Fe	Mn	Cu	Zn	Fe	Mn	Cu	Zn	Fe	Mn	Cu	Zn	Fe	Mn	Cu	Zn
T ₁	NS	NS	-**	NS	NS	NS	-*	NS	-**	NS	-*	***	-**	+	-*	***
T ₂	NS	+	-*	-**	NS	+	NS	-**	-*	NS	-**	-*	-*	-*	-**	NS
T ₃	-**	-**	-*	***	+	NS	***	NS	-**	-*	-*	+	-**	-**	NS	***
T ₄	+	NS	NS	-**	+	+	NS	-*	NS	NS	-**	-*	NS	***	-**	NS
T ₅	NS	NS	-*	-*	NS	NS	-*	-**	-*	NS	-*	NS	NS	-**	NS	NS
T ₆	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	+	NS	+	-*	+	NS	+
T ₇	+	-*	NS	-**	+	-*	NS	-**	-**	***	-**	+	NS	NS	NS	+

3 讨论

各种动物组织中都含有丰富且比例适合的有机和无机养分,这些养分经过发酵腐熟转化为可利用态的成分,极易被土壤结合和被植物吸收利用。一些动物组织如血粉,蛋壳粉施入土壤后,能够大幅度的改善土壤质地,提高植物生长所需的养分,有效缓解植物生长造成的土壤中各种养分物质的减少^[8-9]。该试验结果表明,施入猪血粉、蛋壳粉加鸡粪和少量磷酸铵能够在整体提高核桃幼树根际土壤中的营养物质水平基础上^[5],对土壤有效铁、锰、铜、锌有显著的提高作用(图1);同时对于平衡幼树根际土壤中铁、锰、铜、锌等诸元素间的关系具有良好的作用(表3);这是土壤养分供应状况改善不可或缺的基础条件。由于土壤养分供应状况的改变使得幼树叶片中矿质养分状况发生了明显的改善。铁、锰、铜、锌是植物生长发育过程中不可少的微量元素,他们在植物的新陈代谢和亚细胞结构功能实现中起着重要的调节作用,尤其是改善叶片光合作用、提高幼树叶片效能、进而促进新陈代谢和促进营养生长等方面具有特殊作用。从该试验结果可以看出,施入动物源有机肥都不同程度地提高了核桃幼树中的铁、锰、铜、锌含量(图1),改善叶片中各养分的平衡关系(表3)。这对提高植物叶片光和能力、促进树体营养生长、提高产量和改善品质是极为重要的^[10-11]。综合分析认为,T₆配方:血粉40g、蛋壳粉30g、磷酸铵10g(T₆)对核桃根际土壤及叶片中铁、锰、铜、锌元素的综合效果较好与其他处理。

土壤中的矿质元素间和植物体中的矿质元素间不仅存在着量的关系,更重要的是元素间的相互制约,良好的土壤环境和植物生长条件是矿质元素间的协同的平衡状态。施用动物源有机肥在提高了核桃根际土壤的矿质元素含量的同时,使土壤中的有效铁和锰、铜、锰和铜,铜和锌之间正效应显著(表3)。说明施用动物源有机肥有效地改善了核桃根际土壤中的养分关

系。同样,施用动物源有机肥提高了核桃幼树叶片中的矿质元素含量,从叶片间的相互关系分析,随着不同处理条件不同而表现不一致。如铁和锰在T₂和T₃条件下表现为正相关,在T₆、T₇(CK)表现为负相关,而铁和锌在T₁、T₃、T₆、T₇(CK)条件下表现为负相关等。分析认为叶片中铁和锌,锰和锌可能存在着相互拮抗作用^[12];而铜和锌间可能存在着互助作用。说明施用动物源有机肥对于叶片养分状况的改善也具有一定的作用^[13-14]。

土壤-植物系统是一个多元素交互作用的复杂体系。一般情况下,适量地向土壤中施入某种矿质元素就可以增加该元素在叶片中的含量^[15],这是叶分析指导施肥的基础^[16]。该试验中,施用动物源有机肥改善土壤和叶片养分状况前提下。从根际土壤铁、锰、铜、锌元素对幼树叶片铁、锰、铜、锌元素间的相关关系分析,可以看出土壤中的有效铁与叶片中的铜、锌^[12],土壤中的有效锰与叶片中的锌,土壤中的有效铜与叶片中的铁、铜,土壤中的有效锌与叶片中铁、铜^[17]表现为拮抗关系;土壤中的有效锰与叶片中的铁^[17],土壤中的有效铜与叶片中的锌,土壤中的有效锌与叶片中的锌表现为互助关系(表4)。推测树体对土壤中营养元素的吸收,不仅受到土壤中营养元素含量的影响,同时还受到土壤中共存离子的影响,即各种离子互助或拮抗作用。这为进一步研究动物源有机肥的施肥过程中各种营养元素之间的互助、互补、协同、拮抗等相互作用,提供了理论参考。

参考文献

- [1] 李庆边,朱兆良,于天仁.中国农业持续发展中的肥料问题[M].江西:江西科学技术出版社,1998:1-5.
- [2] 刘铮.中国土壤中微量元素的含量与分布特征[C]//胡思农.硫镁和微量元素在作物营养平衡中的作用.国际学术讨论会论文集,成都:成都科技大学出版社,1993:213-222.
- [3] 杨玉爱,何念祖,叶正钱.有机肥料对土壤锌、锰有效性的影响[J].土

- 壤学报,1990,27(2):196-201.
- [4] 赵明,陈雪辉,赵征宇,等.鸡粪等有机肥料的养分释放及对土壤有效铜、锌、铁、锰含量的影响[J].中国生态农业学报,2007,15(2):47-50.
- [5] 鲍士旦.土壤农化分析.北京:中国农业出版社,2000,12:22-108.
- [6] 汪定淮,刘尚义,沈烈,等.作物养分平衡与高产栽培.北京:北京大学出版社,1994.3:87-99.
- [7] S. R. smith, P. Hadley. A comparison of organic and inorganic nitrogen fertilizers: Their nitrate-N and ammonium-N release characteristics and effects on the growth response of lettuce (*Lactuca sativa* L. cv. *Fortune*). Plant and soil, 15(1989):135-144.
- [8] C. R. Blat. Comparison of several organic amendments with a chemical fertilizer for vegetable production. Scintia Horticulture, 47 (1991):177-191.
- [9] 苏佩兰.动物源有机肥料的养分释放及其对核桃抗旱特性的影响[J].山西农业大学学报,2005,4:1-52.
- [10] 邹良栋,吕冬霞.植物生长与环境.北京:中国高等教育出版社,2004, 12:140-147.
- [11] 王孝娣,王海波,秦栋,等.不同种类有机肥对盆栽葡萄的生物学效应[J].园艺林学科学,2007,23(4):260-264.
- [12] 王衍安,董佃朋,李坤,等.铁锌互作对苹果锌、铁吸收分配的影响[J].中国农业科学,2007,40(7):1469-1478.
- [13] 石海峰,周文兵,邓昌彦,等.有机无机复混肥不同配比及施用方式对樱桃番茄生长、产量和品质的影响[J].华中农业大学学报,2008, 27(5):601-605.
- [14] 林葆.中国肥料[M].上海科学技术出版社,1994.
- [15] Faust.M. Nutritional factors influencing the mineral content of apple leaves [J]. Amer. Soc. Hort. Sci, 1971, 96: 234-240.
- [16] 韩振海,王倩,张拓.果树营养诊断与科学施肥[M].北京:科学出版社,1997.
- [17] 袁可能.植物营养元素的土壤化学[M].北京:科学出版社,1983, 374-375.