

河北省中南部苹果园土壤养分的消长及分布

刘建玲¹ 廖文华¹ 张志华² 孙建设³

(¹河北农业大学资源与环境学院, 河北保定 071001; ²河北农业大学山区研究所, 河北保定 071001; ³河北农业大学园艺学院, 河北保定 071001)

摘 要: 研究了河北省中南部苹果园 1993年和 2003年土壤养分的状况及分布特性。结果表明: 经过 10年, 0~20 cm 苹果园土壤有机质和全氮分别平均增加了 2.548、0.317 g·kg⁻¹; 碱解氮、速效磷 (Olsen-P)、速效钾分别增加了 17.1、122.3、279.5 mg·kg⁻¹; 有效铁、锌、锰分别增加了 9.2、1.9、10.5 mg·kg⁻¹, 差异均达极显著水平; 土壤有效铜有所增加, 差异达显著水平。苹果园土壤养分主要在 0~40 cm 土层积累, 40~80 cm 土层也有不同程度的增加, 随着土壤深度的增加各养分积累量逐渐减少; 随着离树干距离的增加, 土壤养分积累量也逐渐减少; 各养分积累量为 Olsen-P>速效钾>碱解氮>全氮和有机质。

关键词: 苹果; 果园; 土壤养分; 养分积累; 分布

中图分类号: S 661.1 文献标识码: A 文章编号: 0513-353X (2006) 04-0705-04

The Change of Soil Nutrition and the Status of Distribution in the Apple Orchard in the South and Central Part of Hebei Province

Liu Jianling¹, Liao Wenhua¹, Zhang Zhihua², and Sun Jianshe³

(¹College of Resource and Environmental Sciences, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071001, China;

²Mountainous Areas Research Institute, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071001, China; ³College of Horticulture, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071001, China)

Abstract: The change of soil nutrition in 1993 to 2003 year was surveyed. The status and distribution of soil nutrition in the apple orchard were also studied in the south and central part of Hebei province. The main result showed that organic matter and total N gave an increase of 2.548 and 0.317 mg·kg⁻¹ during 10 years, respectively. Alkali-N, avail-P (Olsen-P), avail-K were increased 17.1, 122.3 and 279.5 mg·kg⁻¹. Avail-Fe, avail-Zn, avail-Mn gave an increase of 9.2, 1.9 and 10.5 mg·kg⁻¹. The change of soil nutrition was significantly different between crop fields and apple orchard. Avail-Cu increased significantly. Most of soil nutrition were accumulated in the soil profile of 0-40 cm, with a little increase in the soil profile of 40-80 cm. The soil nutrition accumulation gradually decreased with the soil depth. The soil nutrition also gradually decreased with the increasing distance from the tree trunk. The amount of soil nutrition accumulation was: Olsen-P>avail-K>alkali-N>total N and organic matter.

Key words: Apple; Orchard; Soil nutrition; Accumulation of nutrition; Distribution

近年来, 由于不合理施肥造成果园土壤养分失衡, 果品生理病害严重, 施肥的产量效应降低等问题, 果树平衡施肥对于提高果园土壤质量、提高果品产量和品质具有重要意义。已有关于果树合理施肥资料多为采用叶片养分含量或 DRIS 营养诊断后定性确定果树的需肥强度^[1-5], 而针对果园土壤养分的变化、土壤养分状况及在土层中的分布等研究资料尚少。作者以河北省中南部苹果园和相邻粮田为供试土壤, 跟踪研究了 10 年间苹果园土壤养分的消长、0~80 cm 土壤养分纵向分布及树干到行间土壤养分横向分布状况等, 旨在减少环境污染, 为进一步推进果园土壤养分管理及平衡施肥提供理论依据。

收稿日期: 2005-07-01; 修回日期: 2006-01-08

基金项目: 河北省自然科学基金资助项目 (300130)

感谢河北农业大学园艺学院马宝 教授、徐继忠指导田间取样。

1 材料与方法

取样地点为保定市顺平县苏家疃和石家庄郊区大马村的‘红富士’苹果园, 植株 1986 年定植, 株距 3 m, 行距 5 m, 砧木为实生砧。土壤为潮褐土, 1993 年和 2003 年分别在收获苹果后定位取土, 分层测定土壤养分状况。

在保定地区和石家庄地区选择 60 个有代表性的苹果园 (树龄 5 ~ 15 年生) 进行土壤养分测定, 取样时间为苹果采摘后冬季施肥前 (2003 年 10 月中旬到 11 月上旬)。

每个果园采用“S”型布点取样, 取样部位为树冠投影外缘, 取样深度为 0 ~ 20、20 ~ 40、40 ~ 60、60 ~ 80 cm, 每个土壤样品 3 次重复, 每重复 6 ~ 8 个样点混合, 研究果园 0 ~ 80 cm 土壤养分的纵向分布。以相邻粮田土壤为对照, 取样方法同上, 研究果园土壤养分的变化。

从上述果园中选代表性苹果园各 20 个, 土壤样点分布为: 离树干 1.0 m、1.5 m、树冠投影外缘和行间, 取样深度和方法同上, 研究 0 ~ 80 cm 土壤养分纵向分布和树干到树行间的土壤养分横向分布。

测定项目包括土壤全氮, 有机质, 碱解氮, 速效磷 (Olsen-P), 速效钾, 有效铁、锌、锰、铜^[6]。数据进行 *t* 测验。

2 结果与分析

2.1 苹果园 1993 年、2003 年土壤养分状况

结果 (表 1) 表明: 2003 年苏家疃苹果园 0 ~ 20 cm 土壤有机质、全氮、碱解氮、速效磷、速效钾、有效铁、锌、锰均较 10 年前明显增加, 差异均达极显著水平, 其中 Olsen-P 和速效钾分别比 1993 年增加了 16.5 倍和 5.3 倍。有效铜有所增加, 差异达显著水平。

表 1 苹果园土壤养分的消长状况

Table 1 Status of the change of soil nutrition in apple orchard

地点 Places	土层 Layer of soil (cm)	年份 Year	有机质 Organic matter (g · kg ⁻¹)	全氮 Total-N (g · kg ⁻¹)	有效养分 Available nutrient (mg · kg ⁻¹)								Fe	Mn	Cu	Zn
					碱解氮 Alkali-N	速效磷 Olsen-P	速效钾 Avail-K									
苏家疃 Sujiatuan	0 ~ 20	1993	6.200	0.500	39.7	7.4	53.2						9.0	11.1	1.1	0.9
		2003	8.748 **	0.817 **	56.8 **	129.7 **	332.7 **						18.2 **	21.6 **	3.5 *	3.0 **
	20 ~ 40	1993	3.660	0.335	17.9	3.5	41.0						-	-	-	-
		2003	4.482	0.458	30.2	69.7	279.1						7.2	7.9	1.1	0.4
	40 ~ 60	1993	3.100	0.300	11.9	2.2	34.6						-	-	-	-
		2003	3.967	0.402	28.6	35.6	80.8						4.9	7.5	0.9	0.3
大马村 Damacun	0 ~ 20	1993	14.057	0.829	68.2	47.8	70.5						10.8	17.5	4.4	0.7
		2003	14.528	0.8200	71.8	64.9 **	191.9 **						8.5	15.1	4.4	0.8
	20 ~ 40	1993	9.418	0.497	34.0	22.5	54.3						-	-	-	-
		2003	8.075	0.628	40.7	12.5	136.4						6.7	12.4	1.4	0.3
	40 ~ 60	1993	7.029	0.410	20.5	14.3	49.3						-	-	-	-
		2003	6.817	0.771	46.1	21.9	120.9						9.7	13.6	1.3	0.7

大马村苹果园 0 ~ 20 cm 土壤有机质、全氮、碱解氮无显著变化, Olsen-P 和速效钾明显增加, 均达极显著水平。石家庄地区土壤养分增加量较少的主要原因是由于该园施肥水平低于苏家疃。

果园 20 ~ 60 cm 土层各养分含量均有不同程度的增加。以苏家疃苹果园为例: 1993 年, 20 ~ 40 cm 和 40 ~ 60 cm 苹果园土壤有机质、全氮、碱解氮、Olsen-P、速效钾分别相当于 0 ~ 20 cm 土壤的 59.0% 和 50.0%、67.0% 和 60.0%、45.1% 和 30.0%、47.3% 和 29.7%、77.1% 和 65.0%; 2003 年, 20 ~ 40 cm 和 40 ~ 60 cm 上述养分分别相当于 0 ~ 20 cm 土壤的 51.3% 和 45.4%、56.1% 和 49.2%、53.2% 和 50.4%、53.7% 和 27.5%、83.9% 和 24.3%。可见, 2003 年 20 ~ 40 cm、40 ~ 60 cm 土壤有机质和全氮显著低于 1993 年的比重; 2003 年 20 ~ 40 cm 苹果园 Olsen-P 和速效钾显著高于 1993 年的比重, 而 2003 年 40 ~ 60 cm 苹果园 Olsen-P 和速效钾的比重显著低于 1993 年的比重; 说明

10年间苹果园土壤 Olsen-P和速效钾的积累速率显著高于土壤有机质和全氮，形成 0~40 cm 苹果园土壤 Olsen-P和速效钾的富积层。这一结果反映了果园土壤有机肥用量较少的现状。

2.2 苹果园土壤养分状况

表 2 苹果园土壤养分的变化 (2003)

Table 2 Changes of soil nutrition in apple orchard (2003)

类型 Type	土层 Layer of soil (cm)	有机质 Organic matter ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	全氮 Total-N ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	碱解氮 Alkali-N ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	速效磷 Olsen-P ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	速效钾 Avail-K ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)
果园 Orchard field	0~20	6.888~18.413 (12.343)	0.612~1.009 (0.783)	43.4~84.9 (56.0)	39.4~134.4 (89.2)	118.9~332.7 (191.3)
Orchard field	20~40	3.906~13.259 (6.563)	0.417~0.795 (0.550)	27.5~54.2 (39.4)	3.5~99.0 (20.7)	49.0~279.1 (135.9)
粮田 Crop field	0~20	9.464~13.672 (10.679)	0.722~0.900 (0.829)	39.4~77.4 (62.0)	12.7~23.0 (18.1)	40.7~70.0 (54.0)

注：括号内为平均数。Note: Mean showed in parentheses

结果 (表 2) 表明：2003年 0~20 cm 果园土壤 Olsen-P、速效钾均显著高于相邻粮田，而土壤有机质、全氮和碱解氮不显著。果园磷和钾显著积累，其中 0~20 cm 土壤 Olsen-P和速效钾分别平均比相邻粮田增加了 4.9倍和 3.5倍。

2.3 苹果园土壤速效养分的纵向和横向分布

2003年 0~80 cm 土壤速效养分的纵向分布和从树干到行间的横向分布状况如图 1所示。如果将 0~20 cm 土层养分含量按 100%计算，20~40 cm 土壤碱解氮、Olsen-P、速效钾分别相当于 0~20 cm 含量的 70.6%、41.6%、71.6%；40~60 cm 分别相当于 65.5%、39.5%、61.8%；60~80 cm 分别相当于 64.8%、35.9%、63.5%。

离树干 1.0 m、1.5 m 区域内土壤碱解氮、Olsen-P、速效钾均无显著变化，而树冠外缘和果树行间的土壤养分降低。这是由于树冠外围土壤果树根系较密集，吸收养分较多，造成该区域内土壤养分积累量相对较低。

3 讨论

3.1 果园土壤养分供应能力与果树需肥矛盾

本试验供试果园施肥制度为放射状挖坑将肥料施于 0~40 cm 土层中，从而导致该层土壤养分的富积，尤其是土壤中移动性差的磷，表现尤为突出，但随土层深度的增加，土壤养分含量逐渐降低^[7]；土壤养分横向分布状况为：离树干 1.0~1.5 m 处出现养分富积区，外缘土壤养分显著降低，这是由于果树施肥一般以放射状施在树干~树冠外缘的 0~40 cm 土体区域内，随着树体的不断生长，树冠的外缘逐渐向外扩展，同时树冠外缘果树根系较密集^[8,9]，吸收养分相对较多，因此，该区域内土壤养分的积累量相对较低。

由于果树根系密集区不在 0~20 cm 土层和离树干 1.0~1.5 m 土壤区域，果树根系密集区与土壤养分富积区在土壤中有错位，从而出现了土壤中部分有效养分含量较高而对于果树来说生物有效性较低的问题，尤其像磷和微量元素等在土壤中移动性较差的养分。

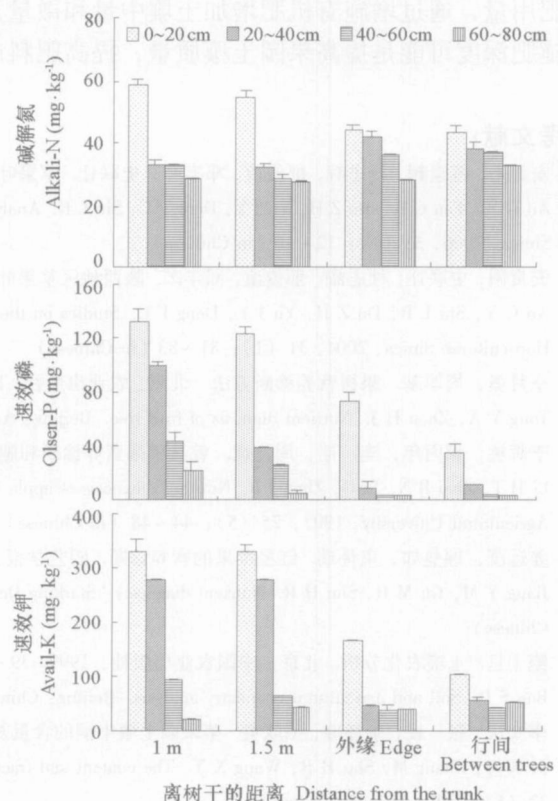


图 1 土壤碱解氮、Olsen-P和速效钾的分布

Fig 1 Distributions of alkali-N, olsen-P and avail-K in soil

3.2 果园土壤养分含量高与土壤生产力低的矛盾

目前果园有机肥用量比较少, 土壤有机质含量远远低于高产果园的标准, 大量施用氮、磷、钾化肥, 导致土壤微量元素和中量元素的增加幅度远远小于大量元素。而果树对硼、锌、铁等微量元素需求量相对较高。如本文中果园和相邻粮田的土壤速效磷与有效锌比例分别为 78:1、22:1, 果园土壤磷与土壤有效锌的失衡, 土壤磷的大量积累同样会导致土壤有效铁、钙等中微量元素有效性的降低, 这可能是导致高产果园果树生理缺锌、铁、钙的重要原因之一。大量施用氮肥抑制果树对钾、钙营养元素的吸收; 同理, 土壤速效钾过高也导致果树对钙、镁等元素吸收量的降低, 从而加重果树生理缺钙^[10]。

果园土壤磷、钾养分的大量积累主要是由于生产上盲目大量施用氮肥、磷肥和钾肥, 林地土壤养分收支平衡研究表明土壤养分多处于盈余状态, 目前果树生产中肥料用量远远高于林地用量。本试验表明, 1993年以前, 果园果品产量一般低于 $22.5 \sim 30.0 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$, N、 P_2O_5 、 K_2O 用量一般分别平均低于 150、75、100 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$; 近年来, 果园 N、 P_2O_5 、 K_2O 平均用量一般为 750、480、950 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。如果 N、P、K的平均利用率分别按 30%、15%、50%计算, 目前高产苹果园 N、 P_2O_5 、 K_2O 用量分别是果树需肥量的 2.4~3.0倍、0.9~1.2倍、4.4~5.1倍。可见, 果园适量降低 N、P、K化肥用量, 通过增施有机肥增加土壤中量和微量元素的含量及平衡土壤大、中、微量元素的比列, 增加施肥深度可能是提高果园土壤质量, 提高肥料产量效应和品质效应的重要措施。

参考文献:

- 1 安贵阳, 范崇辉, 杜志辉, 郁俊谊, 邓丰产, 史联让. 苹果叶营养元素含量的影响因素分析. 园艺学报, 2006, 33 (1): 12~16
An G Y, Fan C H, Du Z H, Yu J Y, Deng F C, Shi L R. Analysis of effective factors of nutrient content in apple leaves. Acta Horticulturae Sinica, 2006, 33 (1): 12~16 (in Chinese)
- 2 安贵阳, 史联让, 杜志辉, 郁俊谊, 邓丰产. 陕西地区苹果叶营养元素标准范围的确定. 园艺学报, 2004, 31 (1): 81~83
An G Y, Shi L R, Du Z H, Yu J Y, Deng F C. Studies on the standard range of apple leaf nutritional elements in Shaanxi province. Acta Horticulturae Sinica, 2004, 31 (1): 81~83 (in Chinese)
- 3 全月奥, 周厚基. 果树营养诊断方法. 北京: 农业出版社, 1982. 58~106
Tong Y A, Zhou H J. Nutrient diagnosis of fruit tree. Beijing: Agricultural Press, 1982. 58~106 (in Chinese)
- 4 李辉桃, 翟丙年, 李 岗, 周建斌. 乾县苹果营养诊断和施肥研究. 西北农业大学学报, 1997, 25 (5): 44~48
Li H T, Zhai B N, Li G, Zhou J B. Nutrient diagnosis of apple trees and fertilizer recommendation in Qianxian county. Journal of Northwest Agricultural University, 1997, 25 (5): 44~48 (in Chinese)
- 5 姜远茂, 顾曼如, 束怀瑞. 红星苹果的营养诊断. 园艺学报, 1995, 22 (3): 215~220
Jiang Y M, Gu M R, Shu H R. Nutrient diagnosis 'Starking Delicious' apple. Acta Horticulturae Sinica, 1995, 22 (3): 215~220 (in Chinese)
- 6 鲍士旦. 土壤农化分析. 北京: 中国农业出版社, 1999. 39~140
Bao S D. Soil and agricultural chemistry analysis. Beijing: China Agricultural Press, 1999. 39~140 (in Chinese)
- 7 李文庆, 张 民, 束怀瑞, 王欣英. 苹果园土壤中铜的含量及形态特征研究. 园艺学报, 2005, 32 (5): 769~772
Li W Q, Zhang M, Shu H R, Wang X Y. The content and fractionation of copper in apple orchard soils. Acta Horticulturae Sinica, 2005, 32 (5): 769~772 (in Chinese)
- 8 秦 玲, 魏钦平, 李嘉瑞, 邹养军, 王小伟. 成龄苹果树形改造对根系生长分布的影响. 果树科学, 2006, 23 (1): 105~107
Qin L, Wei Q P, Li J R, Zou Y J, Wang X W. Effects of reformation of the apple tree canopy on root distribution. Journal of Fruit Science, 2006, 23 (1): 105~107 (in Chinese)
- 9 郝仲勇, 杨培岭, 刘洪禄, 姚春梅. 苹果树根系分布特性的试验研究. 中国农业大学学报, 1998, 3 (6): 63~66
Hao Z Y, Yang P L, Liu H L, Yao C M. Experimental investigation on root system distribution of apple tree. Journal of China Agricultural University, 1998, 3 (6): 63~66 (in Chinese)
- 10 H Marschner. Mineral nutrition of higher plants. Stuttgart-Hohenheim: Academic Press, 1996. 229~396