

北京果园土壤营养状况和微生物种群调查分析

张强¹, 魏钦平¹, 齐鸿雁², 王小伟¹, 黄武仁², 刘军¹

(¹北京市农林科学院林业果树研究所, 北京 100093; ²中国科学院生态环境研究中心, 北京 100085)

摘要:为了探明北京地区主要果树的肥力水平, 此研究应用田间土壤取样方法, 对苹果、梨、桃和葡萄三种不同产量品质水平(高、中、低)果园的土壤理化性状、营养水平和微生物种群数量进行分析。结果表明: 土壤容重 1.06~1.64 g/cm³, 不同树种差异不显著; 土壤阳离子交换量(CEC) 81.47~238.83 mmol/kg, 苹果、桃、葡萄园显著高于梨园, 同一树种的高(H)、中(M)型果园均高于低(L)型园; 土壤 pH 在 6.45~8.55 间; 有机质含量 7.34~19.50 g/kg, 不同树种差异不显著, 同一树种的高(H)园高于 M、L 园; 全氮 0.41~1.09 g/kg, 苹果、桃和葡萄园显著高于梨园, 同一树种 H 园高于 M、L 园; 速效磷 14.54~185.50 mg/kg, 速效钾 99.77~267.50 mg/kg, 不同树种及不同类型果园间差异均不显著; 有效铁、锌和硼含量分别为 4.78~33.42 mg/kg、0.97~10.54 mg/kg、0.19~0.58 mg/kg。4 种果园的土壤微生物总量为 $0.45 \times 10^7 \sim 1.23 \times 10^7$ cfu/g, 其中苹果园最高, 梨园最低; 微生物种群中细菌数量占绝对优势, 放线菌次之, 真菌最少。不同树种果园土壤营养水平(Pi)顺序为苹果(0.71) > 葡萄(0.58) > 桃(0.54) > 梨(0.31), 同一树种为 H > M > L。综合分析, 北京果园土壤营养和微生物种群总体状况为土壤 pH 偏高, 有机质和全氮缺乏, 磷钾比偏高, 有效硼不足, 土壤微生物总量偏少等, 这为北京果园土壤改良提供了基本理论依据。

关键词: 果园; 土壤营养; 微生物种群

中图分类号: S3

文献标识码: A

论文编号: 2009-0402

Survey and Analysis on Nutrient Level and Microorganism Population of Orchard Soil in Beijing Suburb

Zhang Qiang¹, Wei Qinqing¹, Qi Hongyan², Wang Xiaowei¹, Huang Wuren², Liu Jun¹

(*Institute of Forestry & Pomology, Beijing Academy of Agriculture & Forestry Sciences, Beijing 100093;*

²Research Center for Eco-Environmental Sciences Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085)

Abstract: In order to prove up the soil fertility level of orchards in Beijing suburb, soil samples were collected to analyze the soil physio-chemical properties and microbial populations in three levels of yield and quality of apple, pear, peach and grape orchards (H, M, L). The results showed that soil bulk density, cation exchange capacity (CEC) and pH were 1.06–1.64 g/cm³, 81.47–238.83 mmol/kg and 6.45–8.55, respectively. There was no significant difference among different fruit trees for soil bulk density. However the CEC values of apple, peach and grape orchards were significantly higher than pear ones, and H and M orchards were higher than L's in the same fruit trees species. Soil organic matter (SOM) was between 7.34 g/kg and 19.50 g/kg, with no significant difference among the different fruit trees. But the H orchard was higher than M's and L's in the same fruit trees species. Total nitrogen (N) content of all orchards were between 0.41 g/kg and 1.09 g/kg, but apple, peach and grape orchards were significantly higher than pear's, and H orchard was higher than M's and L's in the same fruit trees species. Soil available phosphorus (P) and potassium (K) were 14.54–185.50 mg/kg and 99.77~

基金项目: 北京科委重大项目“果蔬有机生产技术集成及产业化研究与应用”(D0706003040193)。

第一作者简介: 张强, 女, 1980年出生, 助理研究员, 硕士, 研究方向为果园土壤。Tel: 010-82598036, E-mail: zq800824@126.com。

通讯作者: 魏钦平, 男, 1962年出生, 教授, 博士, 研究方向为果树栽培生理。通信地址: 100093 北京海淀香山瑞王坟甲 12号北京 9311 信箱, Tel: 010-82590046, E-mail: qpwei@sina.com。

收稿日期: 2009-03-10, 修回日期: 2009-06-10。

267.50 mg/kg, respectively. There was no significant difference as in the different fruit trees as in the different levels orchards. The soil available iron (Fe), zinc (Zn) and boron(B) content of four fruit trees was 0.45×10^7 – 1.23×10^7 cfu/g, and apple orchard's was the highest whereas were 4.78–33.42 mg/kg, 0.97–10.54 mg/kg and 0.19–0.58 mg/kg, respectively. Total quantity of microbial community of four fruit species was 0.45×10^7 – 1.23×10^7 cfu/g, and apple orchard's was the highest whereas the pear's was the lowest. The quantity of bacteria was dominant, followed by actinomyces, and then fungi. Soil nutrient index (Pi) of apple, grape, peach and pear were 0.71, 0.58, 0.54 and 0.31 in order. The order of Pi in the same fruit tree orchard was H>M>L. By synthetically analysis, the results of soil nutrient level and microorganism population of orchards were with high pH, low SOM and low total N, high P/K ratio, lack of available B, less quantity of soil microorganism in Beijing suburb. The basicresearch of soil may provide of applied practice for soil fertility improvement of Beijing orchards.

Key words: orchard, soil nutrient, microorganism population

0 引言

土壤是人类生存的基本资源和农业发展的重要基础,也是土壤生物的栖息场所。土壤的理化性状、营养水平等直接影响肥水供应以及土壤微生物的种类、数量和分布等,进而影响肥料的分解、转化以及植物根系的吸收利用。苹果、梨、桃和葡萄是北京主要种植的果树,对北京生态环境建设、农民增收和丰富果品市场起到了重要作用。但是,由于果园土壤类型多样、肥力水平各异,土壤改良、培肥地力和土壤管理制度等方法措施的差异,导致相同生态区域的果园在果实产量、品质、风味和效益等方面显著不同,严重制约了整个果树产业的全面提高和发展。国内外学者关于果园土壤养分状况、土壤理化性质分布特点、养分供应对果树生长及品质的影响进行了一定研究。李会民等^[1]通过大量土壤样品分析探讨咸阳苹果园土壤养分现状;姜远茂等^[2]通过调查研究了山东省三种主要土壤类型苹果园土壤有效养分状况及其分布特点;Tiwari等^[3]通过土壤养分供应研究了桃营养元素的缺乏或过量对生长和品质的影响。关于不同产量、品质类型果园土壤理化性状、营养水平及微生物种类、数量的差异调查研究国内外报导尚不多见,此研究针对近几年来北京地区推广应用的以果园土壤改良为基础的果树有机栽培技术实际需求,探讨北京地区苹果、梨、桃和葡萄等主要果树不同产量、品质类型果园的土壤理化性状、营养水平和微生物种群分布等基础水平,为果园土壤改良、恢复地力、改善土壤环境条件、促进土壤有益微生物增殖、提高肥水利用效率、促进果品质量提高、增加果农收益、维持果园可持续发展等等提供理论依据和技术方案。

1 材料与方法

试验于2006年8—10月间,分别在北京昌平(苹果)、大兴(梨)、平谷(桃)和通州(葡萄)选择连续3年果

实产量品质高(H)、中(M)、低(L)三种不同类型的果园,每个果园面积均在6.67 hm²以上,苹果主栽品种为红富士,梨为黄金,桃为久保,葡萄为黄意大利。在每个果园随机选取3~5个取样区,每个取样区在树冠外缘垂直向内30 cm处用土钻采集0~40 cm层次的土壤。环刀取样法测量土壤容重,烘干法测定土壤含水量,pH计测定土壤pH,高温外加热重铬酸钾氧化-容量法测定土壤有机质,凯氏定氮法测定土壤全氮,碳酸氢钠浸提-钼锑抗比色法测定速效磷,乙酸铵浸提-火焰光度计法测定速效钾,氯化铵-乙酸铵法测定阳离子交换量(CEC),沸水浸提-甲亚胺-H酸比色法分析有效硼,DTPA浸提-原子吸收分光光度法分析有效铁、有效锰、有效铜和有效锌。土壤微生物数量用稀释平板^[4]计数法,细菌用牛肉膏蛋白胨琼脂培养基,放线菌用重铬酸钾改良高氏琼脂培养基,真菌用链霉素-马丁氏孟加拉红琼脂培养基,3次重复。全部数据采用SAS软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 土壤理化性状

土壤理化性状是土壤质地和结构的重要组成部分,同时反映了土壤通气性、水分运动、土壤疏松度和肥水保持能力等,北京地区不同产量品质类型苹果、梨、桃、葡萄园0~40 cm土层的土壤理化性状如表1。由表1可看出,苹果、梨、桃、葡萄园土壤容重1.06~1.64 g/cm³,苹果园>梨园>桃园>葡萄园,不同树种间差异不显著;同一树种不同类型果园(H、M、L)土壤容重没有明显的规律性,表明土壤容重不是影响果实产量品质的主要因素。土壤阳离子交换量(CEC)反映土壤保肥性能的高低,可作为评价土壤供肥蓄肥能力的指标,是土壤改良的重要依据,CEC大的土壤保存速效养分的能力大,反之则小,苹果、梨、桃和葡萄园的

表1 土壤理化性状

树种	样品编号	土壤容重/(g/cm ³)	阳离子交换量/(mmol/kg)	pH
苹果	H	1.52a	223.67a	7.66a
	M	1.48a	201.83ab	7.39a
	L	1.52a	185.67b	7.68a
	平均值	1.51A	203.72A	7.58A
梨	H	1.50b	162.67a	8.55a
	M	1.40c	93.98b	8.39a
	L	1.58a	81.47b	8.30a
	平均值	1.49A	112.71B	8.41A
桃	H	1.25c	238.00a	6.45b
	M	1.64a	238.83a	8.07a
	L	1.46b	181.67b	8.01a
	平均值	1.45A	219.50A	7.51A
葡萄	H	1.06b	206.50a	7.88a
	M	1.53a	190.33ab	8.15a
	L	1.60a	178.50b	8.46a
	平均值	1.39A	191.78A	8.16A

注:同一列中,不同小写字母表示在 $P \leq 0.05$ 水平组内差异显著;不同大写字母表示在 $P \leq 0.05$ 水平组间差异显著。

表2 土壤养分含量

树种	样品编号	有机质/(g/kg)	全氮/(g/kg)	速效磷/(mg/kg)	速效钾/(mg/kg)	有效铁/(mg/kg)	有效锰/(mg/kg)	有效铜/(mg/kg)	有效锌/(mg/kg)	有效硼/(mg/kg)
苹果	H	16.12a	0.94a	185.50a	267.50a	21.80b	5.78b	4.85a	10.54a	0.37a
	M	12.32b	0.87ab	87.92a	146.33b	25.73a	9.23a	1.96b	4.09b	0.19ab
	L	14.90ab	0.77b	71.83a	143.43b	10.67c	8.44a	1.40b	4.02b	0.29ab
	平均值	14.45AB	0.86A	115.08A	185.75A	19.40A	7.82B	2.74AB	6.22A	0.28B
梨	H	12.38a	0.67a	71.12a	99.77a	8.13a	2.68c	1.74b	2.27ab	0.21a
	M	9.89b	0.48b	34.16ab	113.73a	6.57ab	6.58a	3.01a	2.50a	0.19a
	L	7.34c	0.41b	14.54b	100.47a	4.78b	4.63b	1.46b	1.30b	0.22a
	平均值	9.87B	0.52B	39.94A	104.66A	6.49B	4.63B	2.07AB	2.02B	0.21B
桃	H	18.32a	1.05a	99.97a	240.67a	22.77a	17.47b	0.94b	1.98a	0.42a
	M	12.60b	0.90ab	63.28ab	141.77b	33.42ab	36.98a	1.79a	3.24a	0.23b
	L	13.73b	0.75b	20.53b	149.50b	8.57b	11.34b	1.38ab	2.17a	0.21b
	平均值	14.88AB	0.90A	61.26A	177.31A	21.59A	21.93A	1.37B	2.46AB	0.29AB
葡萄	H	19.50a	1.09a	65.43a	162.00a	23.78a	5.20a	3.24a	2.98a	0.58a
	M	12.77b	0.83ab	61.80a	115.90b	15.82b	6.04a	4.01a	2.27a	0.54a
	L	15.15b	0.71b	19.21b	131.67b	13.27b	5.01a	5.97a	0.97b	0.46a
	平均值	15.81A	0.88A	48.81A	136.52A	17.62AB	5.42B	4.41A	2.07B	0.53A

注:同一列中,不同小写字母表示在 $P \leq 0.05$ 水平组内差异显著;不同大写字母表示在 $P \leq 0.05$ 水平组间差异显著。

CEC为81.47~238.83 mmol/kg,苹果、桃、葡萄园显著高于梨园,这与梨园土壤为沙土质地,保肥保水力差有关;同一树种的高产优质园(H)与低产园(L)间均达到

显著差异水平,说明CEC对果树产量起重要作用。土壤pH不仅直接影响土壤肥力变化和养分存在状况,还影响土壤微生物的活动,北京地区主要果树的土壤pH

在6.45~8.55间,不同树种间差异不显著,从土壤pH分析,除H桃园外,其余果园土壤pH均超出各树种的最适宜范围(苹果5.6~6.7、梨5.6~7.2、桃5.7~7.5、葡萄6.0~8.0),调节果园土壤pH是北京果园土壤管理的重要措施。

2.2 土壤养分

土壤养分是土壤肥力的基本属性和本质特征。果园土壤养分含量直接影响土壤肥力、果实产量品质和果树生长发育状况等。从表2得出,苹果、梨、桃和葡萄园土壤有机质含量7.34~19.50 g/kg,同一树种H园均高于M、L园,说明果园土壤有机质是影响果实产量品质的主要因素;土壤全氮含量0.41~1.09 g/kg,苹果、桃和葡萄园的土壤全氮量显著高于梨园,同一树种H园均高于M、L园。土壤速效磷14.54~185.50mg/kg,不同树种间差异不显著,同一树种不同产量品质类型

果园间没有明显的规律性;土壤速效钾含量99.77~267.50 mg/kg;土壤有效铁、锰、铜、锌和硼的含量范围分别为4.78~33.42 mg/kg、2.68~36.98 mg/kg、0.94~5.97 mg/kg、0.97~10.54 mg/kg和0.19~0.58 mg/kg。从果树优质丰产营养标准分析,北京果园速效磷供应“丰富”,速效磷不是限制果实产量品质的因素;土壤速效钾含量“中等”偏上水平,但各果园土壤磷钾比(0.14~0.71)与适宜磷钾比(0.125)相比均偏高,其中苹果0.62、梨0.38、桃0.35、葡萄0.36;土壤有效铁、锰、铜、锌均“不缺乏”;而土壤有效硼均在“缺乏”范围,土壤中硼的有效性主要受土壤酸碱度的影响,土壤pH在4.7~6.7之间硼的有效性最高,北京地区果园土壤pH偏高(6.45~8.55)是导致土壤有效硼含量不足的主要原因之一,果园土壤有效硼含量与有机质含量相一致,表明增加土壤有机质含量是提高有效硼含量的有效措施。

表3 土壤微生物类群

树种	样品编号	菌落数/($\times 10^7$ cfu/g)				细菌:真菌:放线菌
		细菌	真菌	放线菌	总量	
苹果	H	1.19a	0.0045a	0.031ab	1.23a	264.44:1:6.89
	M	1.18a	0.0025b	0.027b	1.21a	472.00:1:10.80
	L	0.91a	0.0032b	0.037a	0.95a	284.38:1:11.56
	平均值	1.09A	0.0034A	0.031B	1.13A	320.59:1:9.12
梨	H	0.51a	0.0010b	0.034a	0.55a	510.00:1:34.00
	M	0.48a	0.0011b	0.031b	0.51a	436.36:1:28.18
	L	0.42a	0.0015a	0.028c	0.45a	280.00:1:18.67
	平均值	0.47C	0.0012B	0.031B	0.50C	391.67:1:25.83
桃	H	0.85a	0.0029a	0.11a	0.97a	293.10:1:37.93
	M	0.65a	0.0032a	0.091a	0.75a	203.13:1:28.44
	L	0.78a	0.0024a	0.086a	0.87a	325.00:1:35.83
	平均值	0.76B	0.0028A	0.096A	0.86B	271.43:1:34.29
葡萄	H	1.06a	0.0040a	0.061a	1.12a	265.00:1:15.25
	M	0.84b	0.0033ab	0.035b	0.88b	254.55:1:10.61
	L	0.77b	0.0022b	0.027b	0.80b	350.00:1:12.27
	平均值	0.89AB	0.0032A	0.041B	0.93AB	278.13:1:12.81

注:同一列中,不同小写字母表示在 $P \leq 0.05$ 水平组内差异显著;不同大写字母表示在 $P \leq 0.05$ 水平组间差异显著。

2.3 土壤微生物

土壤是动态变化的无机-有机-生物复合体^[5],土壤微生物的活性是影响土壤肥力的重要因素,不同土壤类型、肥力水平、树种以及不同栽培管理方式等直接影响果园土壤微生物的数量和组成,微生物反过来又对土壤理化性状以及土壤肥力的维持与改善产生一定的影响^[6]。从调查果园的土壤微生物种群、数量及比例的相关结果(表3)可看出,不同树种果园土壤细菌数量

($0.42 \times 10^7 \sim 1.19 \times 10^7$ cfu/g)占绝对优势,决定了土壤微生物主要类型,其数量占总量的87%~98%,其次是放线菌($0.027 \times 10^7 \sim 0.11 \times 10^7$ cfu/g)和真菌($0.0010 \times 10^7 \sim 0.0045 \times 10^7$ cfu/g);微生物总量 $0.45 \times 10^7 \sim 1.23 \times 10^7$ cfu/g,低于中国肥沃土壤中微生物总量的平均值(1.60×10^7 cfu/g),其中苹果园最高(1.13×10^7 cfu/g),梨园最低(0.50×10^7 cfu/g),桃园和葡萄园介于两者之间,这种分布规律与土壤肥力有密切关系。不同类型葡萄园间微

生物总量表现为H园显著高于M、L园,其余3个树种不同类型果园间均无显著性差异。不同树种果园土壤中三大微生物类群的组成比例不同,以真菌的相对量为标准,不同树种果园细菌/真菌的比值表现为:梨园(391.67) > 苹果园(320.59) > 葡萄园(278.13) > 桃园(271.43);放线菌/真菌的比值表现为:桃园(34.29) > 梨园(25.83) > 葡萄园(12.81) > 苹果园(9.12);H梨园的细菌/真菌比值最大(510.00),L桃园的放线菌/真菌比值

最大(35.83)。

2.4 土壤营养指数和微生物多样性指数

2.4.1 土壤营养指数 以中国肥沃土壤中微生物总数的平均值 1.60×10^7 cfu/g 为评价标准,用不同树种不同类型果园土壤三大微生物总数量为数据,按计算土壤营养指数 $P=C_i/C_{oi}$ 公式 (C_i 为实测土壤微生物平均值, C_{oi} 为 1.60×10^7 cfu/g) 得到不同树种不同产量品质果园的土壤营养指数值(表4)。

表4 土壤营养指数和微生物多样性指数

评价指标	样品编号	苹果	梨	桃	葡萄
土壤营养指数	H	0.77	0.34	0.60	0.70
	M	0.76	0.32	0.47	0.55
	L	0.59	0.28	0.54	0.50
	平均值	0.71	0.31	0.54	0.58
土壤微生物多样性指数	H	0.14	0.24	0.37	0.23
	M	0.14	0.24	0.23	0.19
	L	0.26	0.25	0.31	0.17
	平均值	0.18	0.24	0.34	0.20

从表4看出,根据土壤营养指数越大,营养水平就越高的原则,将营养指数划分为: $P_i > 1$,土壤营养水平为“丰”; $0.5 < P_i < 1$,土壤营养水平为“平”; $0.1 < P_i < 0.5$,土壤营养水平为“贫”; $P_i < 0.1$,土壤营养水平为“极贫”的规则,对北京地区不同树种果园土壤营养状况评价为:苹果(0.71) > 葡萄(0.58) > 桃(0.54) > 梨(0.31),其中以H苹果园的营养水平最高(0.77);梨园的土壤营养水平为“贫”,其余树种果园土壤营养水平均为“平”。调查果园的土壤营养指数与相应果实产量、品质及地上部生物学性状的表现优劣基本相吻合,均表现为H > M > L,表明土壤营养指数的大小与土壤肥力高低存在一定的相关性。

2.4.2 土壤微生物多样性指数 生物多样性指数是描述生物类型数和均匀度的一个度量指标,它在一定程度上可反映生物群落中物种的丰富程度及其各类型间的分布比例^[7]。应用Shannon-Wiener 多样性指数的计算公式^[7]:

$$SW = - \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i \quad (\text{式中 } p_i \text{ 为某群落中第 } i \text{ 个类型的}$$

个体数占总个体数的百分比)

分别计算出不同树种不同类型果园土壤微生物多样性指数(表4),从表中看出,不同树种果园土壤微生物多样性指数大小顺序为:桃(0.34) > 梨(0.24) > 葡萄(0.20) > 苹果(0.18),其中以M桃园的土壤微生物多样性指数最大(0.37),这与土壤微生物总量(表3)的变化趋势不相一致,由此可看出,微生物总量高的土壤,其微生物

三大类群多样性指数不一定高,这可能是某些土壤虽然养分较丰富,但它仅适合某一类或几类微生物的生长,而不适宜其它类微生物生存,导致土壤中微生物总数可能很高,但生物多样性指数不一定高;也可能是该计算公式对于果园土壤的实用性不高,因为果园土壤管理多以局部土壤改良为主,土壤的均匀度不高、差异性较大,关于这一问题还有待于进一步研究。

3 讨论

(1)与以往果园调查不同,此研究明确了北京地区苹果、梨、桃、葡萄不同产量品质水平(H、M、L)果园土壤营养和微生物种群分布状况,并从物理、化学和生物学性质多角度综合分析了果园土壤肥力现状及存在的问题。

(2)从土壤理化性状、营养成分分析,北京地区果园0~40 cm 土层土壤有机质平均含量为 13.75 g/kg,变幅(7.34~19.50 g/kg)较大,变异系数为 0.17%,这一结果低于辽宁省昌图县果园土壤有机质含量平均值 17.80 g/kg^[8],高于山东省苹果园和梨园土壤有机质含量平均值 6.0 g/kg^[9]。土壤容重不是影响果实产量品质的主要因素;中高产优质园土壤有机质和 CEC 基本都高于低产园,这与路克国等^[10]在红富士苹果上的研究结果基本吻合;土壤有效硼与有机质的变化趋势一致,这与席冬梅等^[11]、秦钟立等^[12]在植烟土壤上的研究结果相一致;不同类型果园间,几种微量元素含量变化不尽一致,没有明显的规律性,关于不同产量品质果园土壤微量元素变化的研究未见报道,要发现其规律还有待于

进一步研究。

(3)从土壤微生物种群数量分析,不同树种果园土壤细菌数量占总量的87%~98%,黄志宏等^[13]发现果园细菌数量约占微生物总量80%,杨鹏等^[14]发现不同混交林地中土壤细菌数量占微生物总数的54%左右,章家恩等^[15]发现不同植被土壤中细菌数量可占到微生物总数的72%~95%,邓欣等^[16]发现在茶园中细菌数量可占到微生物总数的90%左右;此次调查土壤微生物以细菌数量最多,其次是放线菌,真菌数量最少,这与路超等^[9]对山东省苹果园和梨园的土壤微生物状况调查结果一致;不同树种果园以苹果园最高,梨园最低,桃园和葡萄园介于两者之间,均高于黄志宏等^[13]对韶关市曲江小坑果园土壤微生物总量(0.080×10^7 cfu/g)的调查结果,这种分布规律与土壤肥力有密切关系。细菌、真菌数量及三大类微生物总量与有机质含量没有直接的相关性,表明土壤有机质水平的高低并不能作为评价土壤微生物多少的指标,这与Boehm等^[17]、Tiquia等^[18]和肖时运^[19]的研究结果相一致,而与Aber^[20]、Kaye等^[21]和章家恩等^[15]的研究结果不相一致;微生物总量高的土壤,其微生物三大类群多样性指数不一定高,这与习金根等^[22]在剑麻、杨超等^[23]在植烟土壤上的研究结果相一致。

(4)土壤营养指数(Pi)与相应果实产量、品质及地上部生物学性状的表现优劣基本相吻合,表明土壤营养指数的大小与土壤肥力高低存在一定相关性。传统方法通常用土壤有机质含量水平作为评价土壤肥力水平的重要指标。此研究认为,用土壤营养指数对果园土壤进行综合判定,更能全面真实地反映土壤营养状况,但这一方面的研究还有待深入,需要进一步的试验验证。

(5)此研究仅对不同产量品质类型果园土壤理化性状、营养水平和土壤微生物进行调查,分析了具体差异,关于这些指标与果实品质指标的关系等还有待于进一步研究。

4 结论

北京地区果园土壤pH(6.45~8.55)总体偏高、土壤有机质(7.34~19.50 g/kg)和全氮(0.41~1.09 g/kg)缺乏、磷钾比(0.14~0.71)偏高、有效硼(0.19~0.58 mg/kg)不足、土壤微生物总量($0.45 \times 10^7 \sim 1.23 \times 10^7$ cfu/g)偏低等是今后果园土壤改良、培肥地力的重点。

参考文献

- [1] 李会民,程雪绒.咸阳苹果园土壤养分状况调查及对策[J].北方果树,2002,(6):20-22.
- [2] 姜远茂,彭福田,张宏彦,等.山东省苹果园土壤有机质及养分状况研究[J].土壤通报,2008,32(4):167-169.

- [3] Tiwari, J.P., Mishra, N.K., Mishra, D.S., et al. Nutrient requirement for subtropical peaches and pear for uttaranchal: an overview. VII International Symposium on Temperate Zone Fruits in the Tropics and Subtropics. 31 December 2004, ISHS Acta Horticulturae 662.
- [4] 李阜棣,喻子牛,何绍红.农业微生物学实验技术[M].北京:中国农业出版社,1996:69-74.
- [5] 章家恩,刘文高,王伟胜.南亚热带不同植被根际微生物数量与根际土壤养分状况[J].土壤与环境,2002,11(3):279-282.
- [6] Duraisamy P, Mani A K. Effect of iron and molybdenum yield and nutrition of horsegram in a red loamy sand soil. Indian J. of Dry-land Agricultural Research and Development, 2001,16 (2): 115-119.
- [7] 骆世明,彭少麟.农业生态系统分析[M].广州:广东科技出版社,1996:39-41.
- [8] 徐志强,刘顺国,何琳,等.昌图县土壤肥力状况分析[J].垦殖与稻作,2006,6:63-65.
- [9] 路超,王金政.山东省苹果园梨园土壤肥力状况及改良技术措施[J].落叶果树,2008,(2):24-28.
- [10] 路克国,朱树华,张连忠.有机肥对土壤理化性质和红富士苹果果实品质的影响[J].石河子大学学报,2003,7(3):205-208.
- [11] 席冬梅,邓卫东,毛华明,等.土壤理化性质对土壤-饲用植物系统铜、锰和锌含量的影响[J].贵州农业科学,2005,33(5):41-42.
- [12] 秦钟立,秦松,武伟,等.贵州植烟土壤微量元素特征研究[J].西南大学学报,2007,29(1):56-64.
- [13] 黄志宏,梁瑞友,田大伦,等.南岭小坑果园土壤微生物数量状况初步研究[J].中南林业科技大学学报,2007,27(4):18-22.
- [14] 杨鹏,薛立,陈红跃,等.不同混交林地土壤养分、微生物和酶活性的研究[J].湖南林业科技,2004,31(4):43-45.
- [15] 章家恩,刘文高,胡刚.不同土地利用方式下土壤微生物数量与土壤肥力的关系[J].土壤与环境,2002,11(2):140-143.
- [16] 邓欣,谭济才,尹丽蓉,等.不同茶园土壤微生物数量状况调查初报[J].茶叶通讯,2005,32(2):7-9
- [17] Boehm, M.J., Wu T., Stone, A.G., et al. Cross-polarized magic-angle spinning ^{13}C nuclear magnetic resonance spectroscopic characterization of soil organic matter relative to culturable bacterial species composition and sustained biological control of Pythium root rot. Applied and Environmental Microbiology, 2003,63:162-168.
- [18] Tiquia, S.M., Lloyd, J., Herms, D.A. Effects of mulching and fertilization on soil nutrients, microbial activity and rhizosphere bacterial community structure determined by analysis of TRFLPs of PCR-amplified 16S rRNA genes. Applied Soil Ecology, 2002, 21: 31-48.
- [19] 肖时运.湖南省稻田硒含量及硒肥施用效果[J].植物营养与肥料学报,2004,10(2):212-214.
- [20] Aber, J.D. Nitrogen cycling and nitrogen saturation in temperate forest ecosystems. Trends in Ecology and Evolution, 1992, 7:220-223.
- [21] Kaye, J.P., Hart, S. C. Competition for nitrogen between plants and soil microorganisms. Trends in Ecology and Evolution, 1997, 12: 139-142.
- [22] 习金根,孙光明,陆新华.不同的施肥方式对剑麻施肥区域土壤微生物类群的影响[J].中国麻业,2005,27(5):235-239.
- [23] 杨超,刘国顺,邱立友,等.不同植烟土壤微生物数量调查研究[J].中国烟草科学,2007,28(5):31-36.