

网络出版时间:2015-10-13 08:46 DOI:10.13207/j.cnki.jnwafu.2015.11.024
网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20151013.0846.048.html>

秦岭北麓猕猴桃园土壤养分状况研究

——以周至县余家河小流域为例

康婷婷, 张晓佳, 陈竹君, 周建斌

(西北农林科技大学 资源环境学院/农业部西北植物营养与农业环境重点实验室, 陕西 杨凌 712100)

[摘要] **【目的】**测定秦岭北麓猕猴桃园土壤养分含量,评价猕猴桃园肥力状况,为当地猕猴桃的合理施肥提供依据。**【方法】**以位于秦岭北麓的陕西省周至县余家河小流域为研究区域,在 2012 年 10 月下旬采集研究区 88 个猕猴桃园 0~20 及 20~40 cm 土层土样,测定土壤 pH、有机质、全氮、矿质氮、速效磷和速效钾含量,分析其土壤肥力状况。**【结果】**周至县余家河小流域 0~20 及 20~40 cm 土层土壤 pH 平均值分别为 7.63 和 7.78,属弱碱性;土壤有机质平均含量分别为 17.23 和 12.05 g/kg,全氮平均含量分别为 1.19 和 0.81 g/kg,均处在中等偏下水平。0~20 与 20~40 cm 土层土壤矿质氮平均含量分别为 17.64 和 21.68 mg/kg,均处于偏低水平;0~20 及 20~40 cm 土层土壤速效磷平均含量分别为 86.34 和 50.92 mg/kg,土壤速效钾平均含量分别为 360.41 和 239.01 mg/kg,均处在偏高水平,有超过 75% 的猕猴桃园土壤速效磷、速效钾含量过高。**【结论】**建议当地猕猴桃园继续加强有机肥的使用,适当降低磷、钾肥施用量。

[关键词] 秦岭北麓;猕猴桃园;土壤养分;土壤 pH

[中图分类号] S153.6;S663.4

[文献标志码] A

[文章编号] 1671-9387(2015)11-0159-06

Soil nutrients status of kiwifruit orchards in the northern foothills of Qinling Mountains

——A case study in Yujia River catchment of Zhouzhi county

KANG Ting-ting, ZHANG Xiao-jia, CHEN Zhu-jun, ZHOU Jian-bin

(College of Natural Resources and Environment, Northwest A&F University/Key Laboratory of Plant Nutrition and the Agri-environment in Northwest China, Ministry of Agriculture, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: **【Objective】** The contents of soil nutrients in 88 kiwifruit orchards in the northern foothills of Qinling Mountains were analyzed and evaluated to provide scientific fertilization basis for kiwifruit. **【Method】** The soil samples at the soil layers of 0—20 and 20—40 cm were collected from 88 kiwifruit orchards from Yujia River basin in the northern foothills of Qinling Mountains, Zhouzhi, Shaanxi. Soil pH and the conditions of organic matter, total nitrogen, mineral nitrogen, available phosphorus and available potassium were determined and analyzed. **【Result】** The average soil pH values at the soil layers of 0—20 and 20—40 cm were 7.63 and 7.78, respectively, indicating weak alkaline soil. The average soil organic matter contents in soil layers of 0—20 and 20—40 cm were 17.23 and 12.05 g/kg, and the average soil total nitrogen contents were 1.19 and 0.81 g/kg, both at low levels. The average soil mineral nitrogen contents were

[收稿日期] 2014-03-20

[基金项目] 国家“十二五”科技支撑计划项目(2012BAD15B04);高等学校学科创新引智计划项目(B12007)

[作者简介] 康婷婷(1987—),女,河南焦作人,硕士,主要从事植物营养研究。E-mail: ktpipi299@163.com

[通信作者] 周建斌(1964—),男,陕西大荔人,教授,博士,主要从事植物营养与施肥、养分循环与生态环境研究。E-mail: jbzhou@nwsuaf.edu.cn

also very low with contents of 17.64 and 21.68 mg/kg, respectively. In contrast, the average contents of soil available phosphorus (86.34 and 50.92 mg/kg) and available potassium (360.41 and 239.01 mg/kg) were extremely high with more than 75% in excessive range. 【Conclusion】 Local farmers are suggested to continue using different organic fertilizers and reduce application rates of phosphate and potassium.

Key words: northern foothills of Qinling Mountain; kiwifruit orchard; soil nutrients; soil pH

陕西是我国猕猴桃生产大省,猕猴桃栽培面积及产量居全国前列,2012 年全省猕猴桃产量为 82.29 万 t,种植面积达 57 600 hm²^[1]。陕西猕猴桃栽培主要集中在秦岭北麓沿线,每年产量和栽种面积占陕西省总量的 80%~90%,其中周至县是陕西省乃至全国最大的猕猴桃生产基地,是我国猕猴桃重要的集中产区之一^[2]。

土壤肥力状况是合理施肥的基础,也是决定果树产量和果实品质的重要因素。与对苹果、柑橘等果园肥力状况的研究相比,目前国内对于猕猴桃园土壤养分状况的研究相对较少,且已有的研究多集中在南方酸性土壤上^[3-5]。有学者对陕西猕猴桃园土壤养分进行了初步研究^[6-8],但涉及的猕猴桃园样本数量尚较为有限。由于陕西秦岭北麓地区猕猴桃园多建在沟坡地或山前洪积扇上,所以不同区域土壤基础肥力状况差异相对较大,且猕猴桃是多年生果树,不同地区果园的施肥与管理措施不同,尤其是连年的种植导致不同果园土壤养分状况存在较大差异。与其他作物相比,猕猴桃生产效益相对较高,果农对果园土壤养分供应状况缺乏了解,生产中过量及不平衡施肥问题较为普遍,不仅影响了猕猴桃产量及品质,而且增加了生产成本。本试验以位于陕西秦岭北麓的周至县余家河小流域猕猴桃园为研究对象,测定了果园有关土壤肥力指标,旨在明确秦岭北麓地区的土壤养分情况,为指导猕猴桃园的科学施肥提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

研究地区位于陕西省周至县余家河小流域(东经 173°39′~180°31′,北纬 33°42′~34°14′),该地区南依秦岭,北临渭水,区域面积 412.37 hm²,属暖温带大陆性气候,年均气温 13.2℃,年降水量 674.3 mm,无霜期 225 d。该区域主产小麦、玉米,林果生产以猕猴桃、油桃为主。猕猴桃园建园时间多在 1995—2000 年,平均栽种密度为 1 650 株/hm²,栽种品种主要为秦美、哑特,果实产量平均约 30 t/hm²。

1.2 土样采集及测定

2012 年 10 月下旬,于猕猴桃园施用基肥前,在余家河小流域丹阳、岭梅等村采集 88 个猕猴桃园 0~20 及 20~40 cm 土壤样品,取土点为树冠投影边缘至距树干 3/4 处,每个猕猴桃园随机均匀选取 6 个点取土,混匀。在采集土壤样品的同时,调查相应猕猴桃园的产量;进行 GPS 定位,结合 2012-04 获得的该地区 Quikbird 遥感影像目视解译生成的流域土地利用图,生成采样点分布图如图 1 所示。

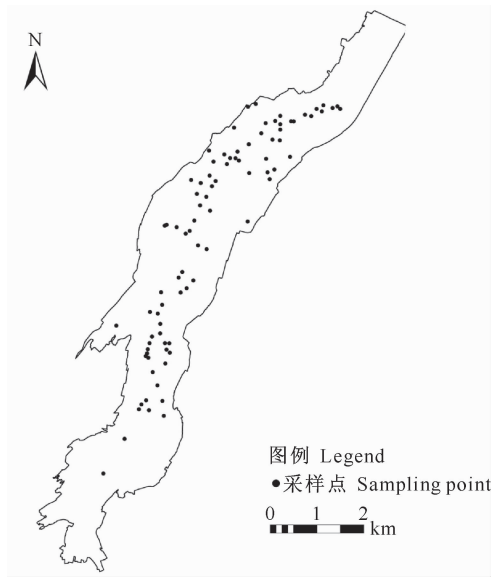


图 1 陕西省周至县余家河小流域
土样采样点的分布

Fig. 1 Distribution pattern of sampling sites in
Yujia River basin in Zhouzhi, Shaanxi

土壤硝态氮与铵态氮测定时,取新鲜土样用 1 mol/L KCl 提取,流动分析仪测定,硝态氮与铵态氮之和即为矿质氮。土样风干后,过孔径 1 mm 筛,测定土壤 pH、速效磷及速效钾,其中土壤 pH 以水浸提后(水土体积质量比为 1:1)用 pH 计测定;土壤速效磷含量以 0.5 mol/L NaOH 溶液浸提(浸提液与土的体积质量比为 20:1),用钼锑抗显色-分光光度计测定;土壤速效钾含量采用 1 mol/L 醋酸铵提取(浸提液与土的体积质量比为 10:1),火焰光度计测定。将风干土过孔径 0.15 mm 筛,测定土壤有

机质与全氮含量,其中有机质含量用 0.8 mol/L 重铬酸钾外加热法(浸提液与土的体积质量比 10 : 1)测定;将土样以浓硫酸消煮后,采用流动分析仪测定全氮含量^[9]。

1.3 数据处理

数据处理采用 Excel 2003 软件进行,用 SPSS 软件进行相关性分析。

2 结果与分析

2.1 猕猴桃园土壤的 pH 状况

表 1 显示,测定的 88 个猕猴桃园 0~20 cm 土层土壤 pH 平均为 7.63,最高为 7.95,最低为 6.27,变异系数为 3.24%;20~40 cm 土层土壤 pH 平均为 7.78,最高为 8.03,最低为 7.18,变异系数仅为 1.66%。研究区不同猕猴桃园 pH 的变异相对较小,土壤多呈中性或微碱性。

表 1 陕西省周至县余家河小流域猕猴桃园土壤的有机质、全氮和 pH 的统计结果(n=88)

Table 1 Soil organic matter, total nitrogen and pH in kiwifruit orchards in Yujia River basin in Zhouzhi, Shaanxi(n=88)

指标 Index	土层/cm Layer	平均值 Average	最大值 Max	最小值 Min	变异系数/% CV	比例/% Proportion		
						偏低 Low	适宜 Optimum	偏高 High
pH	0~20	7.63±0.25	7.95	6.27	3.24	0.00	2.27	97.73
	20~40	7.78±0.13	8.03	7.18	1.66			
有机质/(g·kg ⁻¹) Organic matter	0~20	17.23±3.97	28.73	9.19	23.04	31.82	62.50	5.68
	20~40	12.05±2.98	22.85	7.51	24.74			
全氮/(g·kg ⁻¹) Total nitrogen	0~20	1.19±0.22	1.92	0.66	18.56	18.18	78.41	3.41
	20~40	0.81±0.13	1.27	0.48	16.02			

注:“比例”是指不同养分适宜水平评价中各分级猕猴桃园数量占总数的比例。表 2 同。

Note:The “Proportion” is the ratio of the number of kiwifruit orchards at each level to the total number at different nutrient levels. The same for table 2.

由表 1 还可知,测定的猕猴桃园 0~20 cm 土层土壤全氮含量平均为 1.19 g/kg,最高为 1.92 g/kg,最低为 0.66 g/kg,变异系数为 18.56%;20~40 cm 土层土壤全氮含量明显低于 0~20 cm 土层,该土层全氮含量平均为 0.81 g/kg,最高为 1.27 g/kg,最低为 0.48 g/kg,变异系数为 16.02%。由此可知,不同猕猴桃园土壤全氮含量差异较大,主要与不同果园管理措施、施肥量的不同有关。若以 0~20 cm 土层土壤全氮含量在 1.0~1.5 g/kg 为适宜,小于 1.0 g/kg 为偏低及大于 1.5 g/kg 为偏高^[10],则测定的猕猴桃园中有 78.41%的猕猴桃园土壤全氮含量处在适宜范围,有 18.18%的猕猴桃园土壤全氮含量处于偏低水平,仅有 3.41%的猕猴桃园土壤全氮含量处于偏高水平。

2.3 猕猴桃园土壤矿质氮及速效磷、速效钾养分状况

由表 2 可知,测定的 88 个猕猴桃园 0~20 cm

2.2 猕猴桃园土壤的有机质、全氮养分状况

由表 1 可知,测定的 88 个猕猴桃园土壤 0~20 cm 土壤有机质含量平均为 17.23 g/kg,最高为 28.73 g/kg,最低为 9.19 g/kg,变异系数为 23.04%;20~40 cm 土层土壤有机质含量明显低于 0~20 cm 土层,该土层土壤有机质含量平均为 12.05 g/kg,最高为 22.85 g/kg,最低为 7.51 g/kg,变异系数为 24.74%。表明研究区不同猕猴桃园有机质差异较大,与各果园施肥量及管理措施等的差异有关。若以 0~20 cm 土层土壤有机质含量在 15~25 g/kg 为适宜、小于 15 g/kg 为偏低及大于 25 g/kg 为偏高^[10],则所测定的猕猴桃园中,有 62.50%的猕猴桃园土壤有机质含量处于适宜范围,有 31.82%的猕猴桃园土壤有机质含量处于偏低水平,仅有 5.68%的猕猴桃园土壤有机质含量处于偏高水平。

土层土壤矿质氮含量平均为 17.64 mg/kg,最高为 155.94 mg/kg,最低为 4.18 mg/kg,变异系数高达 119.36%;20~40 cm 土层土壤矿质氮含量平均为 21.68 mg/kg,最高为 159.29 mg/kg,最低为 5.69 mg/kg,变异系数达 44.60%。不同猕猴桃园土壤矿质氮含量差异较大,若以 0~20 cm 土层土壤矿质氮含量在 50~90 mg/kg 为适宜、小于 50 mg/kg 为偏低及大于 90 mg/kg 为偏高水平^[10],则研究区有 95.45%猕猴桃园的土壤矿质氮含量处于偏低水平,有 2.27%猕猴桃园的土壤矿质氮含量达到适宜标准,仅 2.27%猕猴桃园土壤矿质氮含量过高。

由表 2 还可知,测定的 88 个猕猴桃园 0~20 cm 土层土壤速效磷含量平均为 86.34 mg/kg,最高为 183.78 mg/kg,最低为 16.03 mg/kg,变异系数达 40.67%;20~40 cm 土层速效磷含量平均为 50.92 mg/kg,最高为 156.89 mg/kg,最低为 20.44 mg/kg,不同猕猴桃园之间变异系数较高,达

50.89%。若以 0~20 cm 土层速效磷含量在 30~60 mg/kg 为适宜、小于 30 mg/kg 为偏低及大于 60 mg/kg 为偏高水平^[10],则研究区的 88 个猕猴桃园中,仅有 3.41%猕猴桃园的土壤速效磷含量处于偏

低水平,有 20.45%猕猴桃园的土壤速效磷含量达到适宜标准,有 76.14%猕猴桃园的土壤速效磷含量过高。

表 2 陕西省周至县余家河小流域猕猴桃园土壤矿质氮及速效磷、速效钾的统计结果($n=88$)

Table 2 Soil mineral nitrogen,available phosphorus and available potassium in kiwifruit orchards in Yujia River drainage in Zhouzhi,Shaanxi($n=88$)

指标 Index	土层/cm Layer	平均值/ ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) Average	最大值/ ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) Max	最小值/ ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) Min	变异系数/% CV	比例/% Proportion		
						偏低 Low	适宜 Optimum	偏高 High
矿质氮 Mineral nitrogen	0~20	17.64±21.05	155.94	4.18	119.36	95.45	2.27	2.27
	20~40	21.68±9.67	159.29	5.69	44.60			
速效磷 Available phosphorus	0~20	86.34±35.02	183.78	16.03	40.67	3.41	20.45	76.14
	20~40	50.92±26.33	156.89	20.44	50.89			
速效钾 Available potassium	0~20	360.41±117.11	632.34	116.88	32.54	2.27	17.05	80.68
	20~40	239.01±99.05	582.45	100.27	41.38			

表 2 显示,测定的猕猴桃园 0~20 cm 土层土壤速效钾平均含量为 360.41 mg/kg,最高为 632.34 mg/kg,最低为 116.88 mg/kg,变异系数达 32.54%;20~40 cm 土层土壤速效钾含量平均为 239.01 mg/kg,最高为 582.45 mg/kg,最低为 100.27 mg/kg,变异系数达到 41.38%。不同猕猴桃园速效钾含量差异明显,若以 0~20 cm 土层土壤速效钾含量在 150~250 mg/kg 为适宜、小于 150 mg/kg 为偏低及大于 250 mg/kg 为偏高水平^[10],则研究区仅有 2.27%猕猴桃园土壤速效钾含量处于偏低水平,有 17.05%猕猴桃园的土壤速效钾含量

处在适宜水平,其余 80.68%猕猴桃园的土壤速效钾含量过高。

2.4 猕猴桃产量与土壤养分的相关关系

猕猴桃产量与 0~20 cm 土层土壤养分含量的相关性分析结果(表 3)表明,猕猴桃产量与土壤速效磷、速效钾含量呈显著正相关,而与土壤 pH、有机质、全氮和矿质氮含量无显著相关关系。猕猴桃园土壤 pH 与速效钾含量呈显著负相关,与土壤有机质、全氮、速效磷含量均呈极显著负相关。土壤有机质含量与土壤全氮、速效磷和速效钾含量均呈极显著正相关。

表 3 陕西省周至县余家河小流域猕猴桃产量与 0~20 cm 土层土壤各养分含量的相关性分析($n=88$)

Table 3 Correlation analysis of kiwifruit yield and soil nutrition at soil layer of 0-20 cm in Yujia River basin in Zhouzhi,Shaanxi ($n=88$)

指标 Index	产量 Yield	pH	有机质 Organic matter	全氮 Total nitrogen	矿质氮 Mineral nitrogen	速效磷 Available phosphorus	速效钾 Available potassium
产量 Yield	1						
pH	0.029	1					
有机质 Organic matter	0.028	-0.319**	1				
全氮 Total nitrogen	0.102	-0.411**	0.694**	1			
矿质氮 Mineral nitrogen	-0.129	-0.194	-0.056	0.111	1		
速效磷 Available phosphorus	0.210*	-0.361**	0.344**	0.585**	0.027	1	
速效钾 Available potassium	0.253*	-0.238*	0.564**	0.710**	0.048	0.674**	1

注: * 表示相关性显著($P<0.05$); * * 表示相关性极显著($P<0.01$)。

Note: * represents significant correlation ($P<0.05$); * * represents highly significant correlation($P<0.01$).

3 讨 论

猕猴桃适宜生长的土壤 pH 为 5.5~6.5^[10-12],世界上猕猴桃生产强国新西兰及国外的猕猴桃园土壤 pH 均处在这一范围内^[13-15]。而本试验中,研究区猕猴桃园 0~20 及 20~40 cm 土层 pH 平均值分别为 7.63 和 7.78,变异系数仅为 3.24%和 1.66%,

表明不同猕猴桃园土壤 pH 变化不大;从 pH 平均值看,研究区猕猴桃园土壤均呈弱碱性,说明当地猕猴桃园土壤 pH 偏高,这与研究地区土壤发育于黄土母质,碳酸盐含量相对较高有关;这可能也是研究区猕猴桃叶片常常发生缺铁黄化症状的主要原因之一。本研究发现,研究地区土壤 pH 与有机质、全氮、速效磷、速效钾含量呈显著或极显著负相关,说

明土壤 pH 偏高是影响秦岭北麓地区猕猴桃生产的主要土壤障碍因素之一。因此,如何有效地调节这一地区猕猴桃园土壤的 pH 是今后土壤管理应考虑的主要问题之一。

土壤有机质和全氮含量是土壤肥力的基础,丰富的土壤有机质可改良土壤物理性状,提高土壤保水保肥性能,增加土壤的缓冲性。因此,土壤有机质含量是评价土壤肥力状况的重要指标^[16-18],也成为果园增产和品质改善的限制因素^[19]。本试验中,研究区 0~20 cm 土层土壤有机质与全氮平均含量分别为 17.23,1.19 g/kg,20~40 cm 土层土壤有机质和全氮平均含量分别为 12.05,0.81 g/kg,该区猕猴桃园土壤有机质的平均含量已经达到了一些学者提出的高产优质猕猴桃园的标准^[10],也高于一些学者在陕西其他地区猕猴桃园的测定结果(有机质小于 12.5 g/kg)^[7-8],但与新西兰等国外猕猴桃园的土壤有机质和全氮含量相比(有机质含量 65.9~101.7 g/kg,全氮含量 3.6~5.0 g/kg)^[13-15]属于较低水平;也低于黄伟等^[5]测定的贵阳猕猴桃产区土壤的有机质含量(25.55 g/kg)。研究表明,只有土壤有机质含量达到一定水平,才会对改善土壤水气热有明显效果^[18]。因此,建议研究地区加强有机肥的使用,成年猕猴桃园建议每年施用 2~4 t 畜禽粪或 150~200 kg 商品有机肥。此外,在施用传统粪肥的基础上,可采取秸秆还田、果树行间种植绿肥并翻压等措施补充土壤有机质,提高猕猴桃园的土壤肥力,达到优质高产的目的。

本研究测定的猕猴桃园 0~20 cm 土层土壤矿质氮含量为 17.64 mg/kg,属于偏低水平,远低于国外猕猴桃园的土壤矿质氮含量(21.5~226.2 mg/kg)^[13-15]。原因可能是:1)研究地区平均氮肥用量虽然较高(900 kg/hm²),但最后一次氮肥追施距果实收获最少有 3 个月,在此较长时间间隔内大量氮素被果树吸收导致土壤矿质氮含量降低;2)该地区猕猴桃园多建于坡地,7—9 月多雨导致氮素淋失,也可能是土壤矿质氮含量较低的原因之一;3)土壤矿质氮特别是硝态氮在土壤剖面容易迁移,本研究仅测定了 0~40 cm 土层土壤矿质氮含量,不足以反映土壤剖面矿质氮含量的真实情况。

本试验还发现,研究区猕猴桃园 0~20 cm 土层土壤速效磷平均含量达 86.34 mg/kg,速效钾平均含量为 360.41 mg/kg,均属较高水平。不但高于刘占德等^[8]测定的眉县高产猕猴桃园的土壤速效磷(平均为 64.8 mg/kg)、速效钾(平均为 209.6

mg/kg)含量,而且也高于新西兰等国外猕猴桃园的土壤速效磷(11~66 mg/kg)、速效钾(117~663 mg/kg,平均值为 293 mg/kg)含量^[13-15]。本试验调查结果表明,秦岭北麓猕猴桃园的磷肥(P₂O₅)施用量平均为 375 kg/hm²,钾肥平均施用量为 525 kg/hm²,均超过猕猴桃园磷钾肥的适宜施用量,与本研究土壤速效磷与速效钾含量偏高猕猴桃园所占比例较高的测定结果相一致。本研究中,猕猴桃园 0~20 cm 土层土壤速效磷的变异系数为 40.67%,速效钾的变异系数为 32.54%,二者含量在不同猕猴桃园间变异较大,这可能与各猕猴桃园施肥量及管理措施等的差异有关。因此,建议当地施用化肥时应适当降低磷、钾肥的施用,以降低肥料投入成本,提高施肥效应,同时避免养分损失带来的环境问题。

4 结 论

位于秦岭北麓的周至余家河小流域的猕猴桃园土壤呈偏碱性,是影响该地区猕猴桃生产的主要土壤障碍因素之一。几乎 95%以上的猕猴桃园土壤有机质、全氮含量属中等偏下水平,土壤矿质氮含量属偏低水平,而有超过 75%以上的猕猴桃园土壤速效磷、速效钾含量偏高,因此建议当地猕猴桃园应加强有机肥的施用,适当降低磷、钾肥投入,以降低生产成本,减少可能发生的环境污染。

[参考文献]

- [1] 陕西省统计局. 2012 年陕西省果业发展统计(监测)公报 [EB/OL]. (2013-04-02) [2013-09-10]. <http://esb.sxdaily.com.cn/shtml/sxrb/20130402/198111.shtml>. Shaanxi Province Bureau of Statistics. Fruit industry development statistics (monitoring) of Shaanxi Province bulletin in 2012 [EB/OL]. (2013-04-02) [2013-09-10]. <http://esb.sxdaily.com.cn/shtml/sxrb/20130402/198111.shtml>. (in Chinese)
- [2] 陕西省统计局. 2008 年陕西省果业发展统计(监测)公报 [EB/OL]. (2009-04-01) [2013-09-10]. <http://www.shaanxi.gov.cn/0/1/65/365/370/64817.html>. Shaanxi Province Bureau of Statistics. Fruit industry development statistics (monitoring) of Shaanxi Province bulletin in 2008 [EB/OL]. (2009-04-01) [2013-09-10]. <http://www.shaanxi.gov.cn/0/1/65/365/370/64817.html>. (in Chinese)
- [3] 艾应伟,裴娟,刘浩,等. 四川盆周山区猕猴桃耕地土壤特性及施肥技术 [J]. 中国农学通报, 2009, 25(18): 308-310. Ai Y W, Pei J, Liu H, et al. Soil characteristics and fertilization technology of kiwifruit cropland in the mountain areas around the Sichuan [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2009, 25

- (18);308-310. (in Chinese)
- [4] 黄春源,刘东海,吴玉妹,等. 猕猴桃测土配方施肥试验初报[J]. 中国园艺文摘,2013,29(3):3-5.
Huang C Y,Liu D H,Wu Y M,et al. A primary report of soil testing and fertilizer recommendation in kiwifruit [J]. Chinese Horticulture Abstracts,2013,29(3):3-5. (in Chinese)
- [5] 黄伟,王明长,乔荣,等. 贵州主要红阳猕猴桃园土壤养分状况分析[J]. 北方园艺,2013(7):191-193.
Huang W,Wan M C,Qiao R,et al. Soil nutrient states of the main 'Hongyang' kiwifruit orchards in Guizhou Province [J]. Northern Horticulture,2013(7):191-193. (in Chinese)
- [6] Le Linh T,马海洋,同延安,等. 猕猴桃黄化病营养诊断与土壤养分相关性的研究[J]. 中国土壤与肥料,2012(6):41-44.
Le Linh T,Ma H Y,Tong Y A,et al. Nutrients diagnosis of kiwifruit chlorosis and study on relativity of soil nutrients [J]. Soil and Fertilizer Sciences,2012(6):41-44. (in Chinese)
- [7] 刘科鹏,黄春辉,冷建华,等. 猕猴桃园土壤养分与果实品质的多元分析[J]. 果树学报,2012,29(6):1047-1051.
Liu K P,Huang C H,Leng J H,et al. Multivariate analysis between soil nutrients and fruit qualities in kiwifruit orchard [J]. Journal of Fruit Science,2012,29(6):1047-1051. (in Chinese)
- [8] 刘占德,郁俊谊,屈学农,等. 高产型徐香猕猴桃树体结构及土壤养分状况分析[J]. 西北农业学报,2012,21(12):105-107.
Liu Z D,Yu J Y,Qu X N,et al. Analysis of tree structure and soil nutrients state for high-yielding kiwifruit orchard [J]. Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica, 2012, 21 (12): 105-107. (in Chinese)
- [9] 鲍士旦. 土壤农化分析 [M]. 北京:中国农业出版社,2003:25-106.
Bao S D. Soil agricultural chemistry analysis [M]. Beijing:China Agriculture Press,2003:25-106. (in Chinese)
- [10] 全国农业技术推广服务中心. 北方果树测土配方施肥技术 [M]. 北京:中国农业出版社,2011.
The National Agricultural Technology Extension Service Center. Soil testing and fertilizer recommendation of fruit-trees in the northern [M]. Beijing:China Agriculture Press,2011. (in Chinese)
- [11] Whitworth J. Kiwifruit production in Oklahoma [M]. Oregon State;Oregon State University Press,1995:1-5.
- [12] Berandine S. Growing kiwifruit [M]. Corvallis:A Pacific Northwest Extension Publications,2005:8.
- [13] Carey P,Benge J,Haynes R. Comparison of soil quality and nutrient budgets between organic and conventional kiwifruit orchards [J]. Agriculture,Ecosystems & Environment,2009,132(1):7-15.
- [14] Condron L,Cameron K,Di H,et al. A comparison of soil and environmental quality under organic and conventional farming systems in New Zealand [J]. New Zealand Journal of Agricultural Research,2000,43(4):443-466.
- [15] Rahman M H,Mills P,Cameron H,et al. The impact of kiwifruit management on allophanic soil quality:physical,chemical and hydrological properties [C/OL]. 6th International Conference on Environmental Science and Technology, 2012. [2013-09-10]. http://www.massey.ac.nz/~flrc/workshops/12/Manuscripts/Rahman_2012.pdf.
- [16] Darilek J L,Huang B,Wang Z,et al. Changes in soil fertility parameters and the environmental effects in a rapidly developing region of China [J]. Agriculture,Ecosystems & Environment,2009,129(1):286-292.
- [17] Huang B,Sun W,Zhao Y,et al. Temporal and spatial variability of soil organic matter and total nitrogen in an agricultural ecosystem as affected by farming practices [J]. Geoderma, 2007,139(3):336-345.
- [18] 马成泽. 有机质含量对土壤几项物理性质的影响 [J]. 土壤通报,1994,25(2):65-67.
Ma C Z. Several physical properties of organic matter content of soil [J]. Chinese Journal of Soil Science,1994,25(2):65-67. (in Chinese)
- [19] 李会民,程雪绒,徐驰,等. 咸阳地区苹果园土壤养分状况调查及建议 [J]. 陕西农业科学,2002(2):10-12.
Li H M,Cheng X R,Xu C,et al. Investigation and suggestion of soil nutrients in apple orchards in Xianyang [J]. Shaanxi Journal of Agricultural Sciences,2002(2):10-12. (in Chinese)