

陕西武功县猕猴桃园土壤养分调查与评价^①

王亚国^{1,2}, 李 衡¹, 郭培明¹, 雷玉山^{1,2,3*}

(1 陕西省农村科技开发中心, 西安 710054; 2 陕西省猕猴桃工程技术研究中心, 西安 710054;

3 陕西佰瑞猕猴桃研究院有限公司, 西安 710054)

摘 要: 测定陕西武功县猕猴桃园土壤养分含量, 评价土壤肥力状况, 为指导果园科学施肥提供参考依据。本研究采集研究区 10 个代表性果园表层土壤样品, 对其 pH、有机质以及速效氮、磷、钾含量进行测定, 结合相关分级标准, 分析果园土壤肥力状况。结果表明: 武功县猕猴桃园土壤 pH 在 7.52 ~ 8.54, 平均为 8.16, 属于弱碱性土壤; 土壤有机质含量在 10.78 ~ 26.73 g/kg, 平均为 18.43 g/kg, 达到中量水平的土壤样品仅占 25.1%, 整体表现缺乏; 土壤速效氮含量在 47.60 ~ 254.16 mg/kg, 平均为 138.69 mg/kg, 64.7% 的土壤样品速效氮含量超过 120 mg/kg, 仅有 8.0% 的土壤样品速效氮含量缺乏; 土壤有效磷含量在 11.01 ~ 292.10 mg/kg, 平均为 59.22 mg/kg, 达到丰富及以上水平的土壤样品占 90.3%; 土壤速效钾含量在 32.81 ~ 458.20 mg/kg, 平均为 190.92 mg/kg, 丰富、中量、缺乏的土壤样品分别占 57.3%、28.2%、14.5%。研究区土壤 pH、土壤有机质空间变异相对较小, 土壤速效氮、磷、钾含量比较丰富, 但空间分布不均衡。建议在今后土壤及施肥管理中, 采取综合措施, 适度降低土壤 pH, 以满足猕猴桃生长所需的土壤酸碱环境; 加强有机肥的投入, 逐年提高土壤有机质含量; 控制氮、磷、钾化肥的施用, 提高肥料利用率。

关键词: 陕西武功; 猕猴桃园; 土壤养分

中图分类号: S663.4; S158 **文献标识码:** A

猕猴桃(*Actinidia chinensis*)因其具有很高的营养价值, 一直以来都被誉为“水果之王”、“果中珍品”, 深受人们的喜爱^[1]。由于经济效益高, 近年来栽培面积不断扩大, 栽培区域不断向高 pH 石灰性土壤区域扩展^[2]。武功县位于关中平原西部, 渭河北岸, 目前全县猕猴桃栽培面积 6 973.3 hm², 约占全县耕地面积的 1/4, 年产量 9.6 万 t, 产值 10 亿元, 已成为陕西省三大猕猴桃主产区之一^[3]。但由于进入规模化、商品化发展起步较晚, 果农在果园施肥管理上多凭经验, 缺乏对土壤养分状况的了解, 生产中过量及不平衡施肥现象较为普遍, 一定程度上影响了产业的健康持续发展。多数研究表明, 土壤养分状况是决定果树产量和果实品质的重要因素^[4-7], 适宜的土壤环境更是保证猕猴桃高产、稳产、优质、长寿的先决条件^[8]。土壤有效养分含量是判断土壤肥力水平的重要指标, 也是进行果园合理施肥的依据之一^[9]。本文通过对武功县猕猴桃园土壤有效养分含量的调查分析, 深入了解全县猕猴桃土壤管理水平, 评价土壤肥力状况, 旨在为指导果园科学施肥提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

武功县位于 108°01' ~ 108°19' E, 34°12' ~ 34°26' N, 全县地形西北高、东南低, 从北向南呈阶梯下降, 海拔 420 ~ 550 m。属大陆性季风半湿润气候, 四季冷暖分明, 年平均气温 12.9 °C, 最热月 7 月平均 26.1 °C, 最冷月 1 月为 -1.2 °C, ≥10 °C 的积温平均为 4 165 °C, 无霜期 227 d, 年平均降水量在 552.60 ~ 663.9 mm^[10]。根据陕西省第二次土壤普查分类系统, 该县耕地土壤可分为瘠土、黄绵土、潮土、水稻土、沼泽土和河淤土 6 个土类, 瘠土和黄绵土等优质土壤占 94.3%^[11-12]。20 世纪 90 年代初期, 该县部分地区农民开始自发引种猕猴桃, 近 10 a 在政府的大力倡导扶持下, 种植面积迅速扩大, 目前全县 12 个镇(社区)均有分布, 初步形成了以武功大庄现代农业示范园区为主的猕猴桃产业带, 全县连片种植 100 亩(1 亩=667 m²)以上的基地 27 个, 主栽品种为美味系列的翠香、徐香、海沃德等, 果园土壤类型以瘠土、黄绵土、潮土为主。

①基金项目: 国家科技计划课题(2014BAD16B05-3)和陕西省科技统筹创新工程计划项目(2015KTZDNY02-03-01)资助。

* 通讯作者(leiyush@163.com)

作者简介: 王亚国(1984—), 男, 陕西武功人, 硕士, 助理研究员, 主要从事猕猴桃栽培技术与生理生态研究。E-mail: wangyaguo2012@163.com

1.2 样品采集

于 2016 年 8 月下旬，在武功县猕猴桃集中栽培区采集土壤样品。选取 10 个具有代表性的果园(表 1)，每个果园根据面积和地块情况，每隔 0.4 ~ 0.6 hm²(或固定种植行数)确定一个采样行，并按行长等分为上、

中、下 3 段，每个采样行依次循环选取其中一段中间位置的 1 棵树，在其树冠投影内，分东、南、西、北 4 个方位，用土钻采集树盘 0 ~ 20 cm 的土壤，弃去植物残体后，均匀混合成一个样品，取 1 ~ 2 kg 装入无菌密封袋带回实验室，经风干、过筛后进行测定分析。

表 1 采样信息
Table 1 Sampling information

采样果园	经度(°)	纬度(°)	样本	树龄(a)	栽培品种	管理方法
爱奇异公司	34.341 681	108.307 434	28	3	翠香、徐香、瑞玉	大棚架、株行距 2 m×3.5 m、滴灌、自然生草
贵宾合作社	34.314 966	108.274 691	12	4	翠香、徐香、海沃德	大棚架、株行距 2 m×3.5 m、倒挂微喷灌溉、套种毛苕子
绿益隆公司	34.331 303	108.130 842	28	5	翠香、徐香、海沃德	T 型架、株行距 2 m×4 m、倒挂微喷灌溉、清耕
福田果业	34.332 522	108.165 702	11	4	海沃德、徐香、翠香	T 型架、株行距 1.7 m×3 m、微喷带灌溉、清耕
绿康合作社	34.295 676	108.228 426	13	5	翠香、徐香、哑特、海沃德	T 型架、株行距 1.5 m×4 m、微喷带灌溉、清耕
健康合作社	34.278 443	108.228 366	15	4	翠香、徐香、海沃德	大棚架、株行距 1.5 m×4 m、微喷带灌溉、清耕
五丰合作社	34.245 488	108.180 771	8	5	翠香、徐香、海沃德	大棚架、株行距 2 m×4 m、大水漫灌、自然生草
海升公司	34.241 503	108.164 977	13	4	翠香、徐香、海沃德	大棚架、株行距 3 m×4 m、滴灌、套种黑麦草
金秋合作社	34.245 765	108.170 666	12	4	翠香、徐香、海沃德	T 型架、株行距 1.5 m×4 m、微喷带灌溉、自然生草
徐翠合作社	34.257 313	108.254 209	15	5	翠香、徐香、哑特	T 型架、株行距 1.5 m×3.8 m、微喷带灌溉、自然生草

1.3 测定方法与数据处理

土壤 pH 采用水浸提电位法测定，水土比为 1 : 1；土壤有机质含量采用重铬酸钾容量法-外加热法测定；速效氮采用碱解扩散法测定；有效磷采用 0.5 mol/L NaHCO₃ 浸提-钼锑抗比色法测定；速效钾采用 1 mol/L NH₄OAC 浸提-火焰光度计法测定^[13]。

所有数据使用 Excel、DPS 软件进行处理和分析。

1.4 分级标准

土壤 pH、有机质及速效氮、磷、钾含量分级方法采用全国第二次土壤普查中的分级标准^[14-15]，将各指标分为 6 个级别(表 2)。

表 2 第二次土壤普查分级标准^[14-15]
Table 2 Grading standard of 2nd national soil survey

土壤 pH		有机质	速效氮	有效磷	速效钾	级别
pH	级别	(g/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	
<4.5	强酸性	<6	<30	<3	<30	急缺
4.5 ~ 5.5	酸性	6 ~ 10	30 ~ 60	3 ~ 5	30 ~ 50	很缺
5.5 ~ 6.5	弱酸性	10 ~ 20	60 ~ 90	5 ~ 10	50 ~ 100	缺乏
6.5 ~ 7.5	中性	20 ~ 30	90 ~ 120	10 ~ 20	100 ~ 150	中量
7.5 ~ 8.5	弱碱性	30 ~ 40	120 ~ 150	20 ~ 40	150 ~ 200	丰富
> 8.5	碱性	>40	>150	>40	>200	很丰富

2 结果与分析

2.1 土壤 pH

土壤酸碱性的形成受自然和人为因素的影响。从土壤形成的历史过程看，pH 的长期时空变化主要取决于自然因素，但较短时间内 pH 的剧烈变化则主要受人为因素的干扰^[16]。由表 3 可知，研究区果园土壤 pH 在 7.52 ~ 8.54，平均值为 8.16，标准偏差为 0.19，变异系数为 2.39%。各果园相比，爱奇异、绿康、五丰果园土壤 pH 平均值较低(略<8.0)，其次

为福田、健康果园(8.10 ~ 8.20)，绿益隆、海升、金秋、徐翠果园较高(8.20 ~ 8.30)，贵宾果园最高(8.39)。从整体上看，所有果园土壤 pH 均偏高，明显呈弱碱性。从变异系数看，不同果园土壤 pH 变异系数相对较小，说明土壤 pH 在不同果园空间变异不明显。

2.2 土壤有机质

土壤有机质含量不仅代表土壤碳储量，也是土壤养分供应能力和肥力的重要指标之一^[17]。由表 3 可知，研究区果园土壤有机质含量在 10.78 ~ 26.73 g/kg，平均为 18.43 g/kg，标准偏差为 2.76 g/kg，变异系数为

表 3 武功县猕猴桃园土壤 pH 和有机质含量
Table 3 Soil pH values and organic matter contents of kiwifruit orchards in Wugong County

采样果园	pH					有机质				
	最小值	最大值	平均值	标准偏差	变异系数(%)	最小值(g/kg)	最大值(g/kg)	平均值(g/kg)	标准偏差(g/kg)	变异系数(%)
爱奇异公司	7.52	8.35	7.99	0.14	1.79	16.17	25.18	20.52	2.01	9.80
贵宾合作社	8.17	8.54	8.39	0.09	1.02	19.50	26.73	22.40	1.71	7.63
绿益隆公司	8.04	8.45	8.28	0.08	0.95	15.21	22.36	18.40	1.78	9.68
福田果业	8.00	8.31	8.14	0.08	0.96	14.24	19.57	16.50	1.39	8.43
绿康合作社	7.71	8.51	7.99	0.19	2.40	15.74	22.58	18.88	1.75	9.25
健康合作社	8.00	8.41	8.18	0.09	1.10	13.29	19.75	15.92	1.86	11.67
五丰合作社	7.71	8.25	7.91	0.17	2.12	15.80	16.29	16.00	0.14	0.88
海升公司	7.91	8.46	8.23	0.16	1.93	15.72	20.55	17.58	1.12	6.37
金秋合作社	8.11	8.38	8.26	0.07	0.87	16.24	20.12	18.48	0.87	4.71
徐翠合作社	7.71	8.54	8.22	0.21	2.54	10.78	24.25	16.06	3.83	23.85
全县果园	7.52	8.54	8.16	0.19	2.39	10.78	26.73	18.43	2.76	14.98

14.98%。其中, 74.9% 的土壤样品有机质含量在 10 ~ 20 g/kg, 处于缺乏水平; 25.1% 的土壤样品有机质含量超过了 20 g/kg, 达到中量水平。不同果园相比, 贵宾、爱奇异果园土壤有机质含量较高, 平均值超过 20 g/kg, 属于中量等级; 健康、五丰、徐翠、福田果园土壤有机质含量较低, 且以健康果园为最低, 平均仅为 15.92 g/kg, 表现不足。从整体上看, 研究区果园土壤有机质含量较为缺乏。从变异系数看, 五丰果园土壤有机质含量变异系数较小, 说明其果园土壤有机质含量分布较为均衡, 而徐翠果园土壤有机质含量的变异系数最大, 说明该果园土壤有机质空间分布不均衡。

2.3 土壤速效氮

由表 4 可知, 研究区果园土壤速效氮含量在 47.60 ~ 254.16 mg/kg, 平均为 138.69 mg/kg, 标准偏

差为 37.63 mg/kg, 变异系数为 27.13%。其中, 64.7% 的土壤样品速效氮含量高于 120 mg/kg, 达到丰富或很丰富水平; 仅有 8.0% 的土壤样品速效氮含量低于 90 mg/kg, 表现不足。各果园相比, 五丰、金秋果园土壤速效氮平均含量相对较低, 在 90 ~ 120 mg/kg, 属于中量等级; 贵宾、绿益隆、福田、健康、海升及徐翠果园土壤速效氮平均含量较高, 在 120 ~ 150 mg/kg, 属于丰富等级; 爱奇异、绿康果园土壤速效氮平均含量均高于 150 mg/kg, 属于很丰富等级。从整体上看, 研究区果园土壤速效氮含量比较充足。从变异系数看, 爱奇异、绿康、海升果园土壤速效氮含量的变异系数较小, 说明土壤中氮元素分布较为均衡; 五丰、金秋果园土壤速效氮含量的变异系数较大, 说明土壤中氮元素分布不均衡。

表 4 武功县猕猴桃园土壤速效氮、磷和钾含量(mg/kg)
Table 4 Soil available nitrogen, phosphorus and potassium contents of kiwifruit orchards in Wugong County

采样果园	速效氮					有效磷					速效钾				
	最小值	最大值	平均值	标准偏差	变异系数	最小值	最大值	平均值	标准偏差	变异系数	最小值	最大值	平均值	标准偏差	变异系数
爱奇异公司	120.64	254.16	164.71	28.85	17.52	13.96	54.70	25.95	9.13	35.22	55.70	362.40	182.83	81.56	44.61
贵宾合作社	81.00	178.96	128.48	28.82	22.43	16.88	100.90	43.60	26.94	61.80	62.69	221.90	131.36	46.74	35.59
绿益隆公司	79.80	197.32	129.30	30.42	23.53	18.75	64.62	32.47	10.83	33.35	32.81	283.10	121.86	51.31	42.10
福田果业	67.36	176.32	122.45	29.52	24.11	20.49	53.21	30.67	8.67	28.26	105.90	184.30	153.90	22.11	14.37
绿康合作社	127.56	218.04	174.70	23.46	13.43	78.22	292.10	201.30	70.92	35.23	122.70	458.20	314.38	95.81	30.47
健康合作社	94.92	205.16	135.32	31.23	23.08	59.43	243.40	112.09	52.21	46.58	141.40	385.30	288.84	75.46	26.13
五丰合作社	47.60	141.76	98.19	36.23	36.90	40.34	114.50	56.63	23.78	41.99	66.28	215.20	134.77	54.73	40.61
海升公司	123.00	182.04	148.35	21.00	14.15	13.16	53.90	30.13	11.59	38.47	85.50	253.40	153.64	58.33	37.96
金秋合作社	72.84	251.88	110.13	49.23	44.70	18.10	86.53	50.90	20.14	39.58	126.60	369.30	222.85	68.30	30.65
徐翠合作社	88.68	192.04	131.94	31.31	23.73	45.36	188.60	84.41	36.26	42.96	132.30	357.50	254.24	77.45	30.46
全县果园	47.60	254.16	138.69	37.63	27.13	11.01	292.10	59.22	54.80	92.54	32.81	458.20	190.92	93.07	48.75

2.4 土壤有效磷

由表4可知, 研究区果园土壤有效磷含量在11.01~292.10 mg/kg, 平均为59.22 mg/kg, 标准偏差为54.80 mg/kg, 变异系数为92.54%。其中, 90.3% 的土壤样品有效磷含量超出20 mg/kg, 达到了丰富或很丰富水平, 9.7% 的土壤样品有效磷含量在10~20 mg/kg, 表现不足。在各果园中, 爱奇异、绿益隆、福田及海升果园土壤有效磷平均含量分布在20~40 mg/kg, 属于丰富等级, 其余6个果园土壤有效磷平均含量均超出40 mg/kg, 达到了很丰富等级, 且健康、绿康果园土壤有效磷含量最为充足, 分别为112.09、201.30 mg/kg。从整体上看, 研究区果园土壤有效磷含量比较丰富。从变异系数看, 不同果园土壤有效磷含量变异系数均较大, 说明土壤有效磷的空间分布很不均衡。

2.5 土壤速效钾

一般认为作物吸收的是土壤溶液的钾离子, 其他形态的钾可以向水溶性钾转化, 但转化的速率和量相差很大^[18]。由表4可知, 研究区果园土壤速效钾含量在32.81~458.20 mg/kg, 平均为190.92 mg/kg, 标准偏差为93.07 mg/kg, 变异系数为48.75%。其中, 57.3% 的土壤样品速效钾含量超过150 mg/kg, 达到了丰富或很丰富水平, 28.2% 的土壤样品速效钾含量在100~150 mg/kg, 处于中量水平, 14.5% 的土壤样品速效钾含量缺乏。在各果园中, 贵宾、绿益隆、五丰果园土壤速效钾平均含量在100~150 mg/kg, 属于中量等级; 爱奇异、福田、海升果园土壤速效钾平均含量在150~200 mg/kg, 属于丰富等级; 绿康、健康、金秋及徐翠果园土壤速效钾平均含量相对充足, 均超出200 mg/kg, 属于很丰富等级。整体上看, 研究区果园土壤速效钾含量比较丰富。从变异系数看, 福田果园土壤速效钾含量变异系数明显小于其他9个果园, 说明该果园土壤速效钾的空间分布均衡, 而在其他果园空间分布不均衡。

3 讨论

3.1 土壤 pH

土壤 pH 是土壤肥力的重要因素之一, 是评价土壤各种反应的一个重要指标。它不仅影响土壤有效养分含量, 也直接影响树体根系对养分的吸收。在自然界中, 猕猴桃主要分布在酸性、微酸性土壤地区, pH 多在5.5~6.5^[19-20]。综合各地的生长结果表现, 一般认为 pH 为5.5~7.5 的土壤栽培猕猴桃比较适宜^[21]。本研究结果显示, 被调查的10个果园的土壤 pH 在7.52~8.54, 平均为8.16, 变异系数为2.39%, 说明

土壤 pH 偏高, 普遍呈弱碱性, 不利于猕猴桃生长。这与研究区土壤发育于黄土母质, 碳酸盐含量相对较高有关, 这也可能是造成该地区猕猴桃缺铁性黄化症状的主要原因之一^[22-23]。据此建议, 在今后果园的化肥施用上, 应注意选用酸性肥料或生理酸性肥料; 有条件的果园可结合秋施基肥, 施用一次农用硫磺粉1500 kg/hm²; 在猕猴桃生长期, 每次结合灌水冲施EM菌原液45~75 kg/hm², 有黄化树的果园可同时补充1~2次铁肥(EDDHA-Fe), 每次7.5~15 kg/hm²。总之, 应采取综合措施, 适度降低土壤 pH, 为猕猴桃生产创造良好的酸碱环境, 及时预防缺铁性黄化病。

3.2 土壤有机质

土壤有机质是土壤肥力的物质基础, 是衡量土壤肥力的重要指标, 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^[24-26]。本研究测定的10个猕猴桃园土壤有机质含量在10.78~26.73 g/kg, 平均为18.43 g/kg, 达到中量水平的土壤样品仅占25.1%。从整体上看, 武功县猕猴桃园土壤有机质含量较为缺乏。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^[27], 有学者提出猕猴桃园土壤有机质含量的理想状态为30~50 g/kg^[28]。因此, 建议加强有机肥的投入, 可通过施用腐熟的农家肥、商品有机肥、秸秆还田、行间套种绿肥等方式, 逐年增加土壤有机质含量, 丰富土壤微生物^[29], 充分改善土壤环境, 提高土壤肥力, 实现优质高产的目的。

3.3 土壤速效氮、磷、钾

土壤速效氮、磷、钾含量是评价土壤肥沃程度的基本指标, 常作为土壤特性空间变异特征研究的对象^[30], 适宜的速效氮、磷、钾含量是果品产量和品质的基本保证^[31]。据报道, 猕猴桃对土壤碱解氮含量的适应范围为120~240 mg/kg; 对有效磷含量的适应范围为40~120 mg/kg, 最适范围为70~120 mg/kg; 对速效钾含量的适应范围为120~240 mg/kg^[32]。本次调查结果显示, 武功县猕猴桃园土壤速效氮、磷、钾平均含量分别为138.69、59.22、190.92 mg/kg, 均在适应范围, 且相对丰富, 但在不同猕猴桃园间各速效养分含量变异较大, 分布不均衡, 这可能与各果园施肥量及管理措施等的差异有关。建议在今后生产中, 应适当控制氮、磷、钾化肥的施用, 改进施肥方式, 分次、适量施用, 提高肥料利用率, 同时避免过量施肥带来的环境问题。

4 结论

武功县猕猴桃园土壤 pH 偏高, 属于弱碱性土

壤,不利于猕猴桃生长,在今后土壤管理中,应采取综合措施加以调节,适度降低 pH,以满足猕猴桃生长所需的土壤酸碱环境;果园土壤有机质含量相对缺乏,需继续加强有机肥的投入,通过多种方式逐年增加土壤有机质含量,提高土壤肥力;土壤速效氮、磷、钾含量比较丰富,但空间分布不均,应适当控制氮、磷、钾化肥的施用,改进施肥方式,提高肥料利用率,避免因施肥造成的环境污染。

参考文献:

- [1] 猕猴桃课题组. 宜昌市猕猴桃引种栽培技术研究[J]. 湖北林业科技, 2005(2): 1-6
- [2] 张林森, 武春林, 王西玲, 等. 陕西秦美猕猴桃园营养状况分析及施肥对策[J]. 西北园艺, 2000(5): 9-10
- [3] 赵奕兵, 支玉玺, 查养良, 等. 陕西省武功县猕猴桃生态条件分析与对策[J]. 陕西农业科学, 2018, 64(5): 84-87
- [4] 杨妙贤, 周玲艳, 刘胜洪, 等. 猕猴桃园土壤养分对果实品质的影响[J]. 林业科技开发, 2014, 28(3): 56-59
- [5] 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
- [6] 同延安, 陈黎岭, 高义民, 等. 施肥对猕猴桃产量和品质的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2011(10): 171-176
- [7] 梁红, 刘文, 刘胜洪. 施肥对猕猴桃鲜果产量及品质的影响[J]. 中国园艺文摘, 2011, 27(2): 3-5
- [8] 张承, 周开拓, 龙友华. 贵州省修文县猕猴桃园土壤养分分析[J]. 湖北农业科学, 2013, 52(17): 4083-4085
- [9] 潘俊峰, 曾华, 李志国, 等. 都江堰猕猴桃主产区果园土壤肥力状况调查与评价[J]. 中国农学通报, 2014, 30(10): 269-275
- [10] 石玉琼, 李团胜. 武功县耕地质量空间变异分析[J]. 土壤通报, 2017, 48(2): 257-262
- [11] 赵业婷, 常庆瑞, 陈学兄, 等. 县域耕地土壤速效磷空间格局研究——以武功县为例[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2011, 39(3): 157-162
- [12] 张晓伟, 许明祥. 关中地区农田土壤有机碳固存速率及影响因素——以陕西武功县为例[J]. 环境科学, 2013, 34(7): 2793-2799
- [13] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 25-106
- [14] 全国土壤普查办公室. 中国土壤[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998: 860-934
- [15] 沈善敏. 中国土壤肥力[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998: 351-382
- [16] 郭治兴, 王静, 柴敏, 等. 近 30 年来广东省土壤 pH 值的时空变化[J]. 应用生态学报, 2011, 22(2): 425-430
- [17] 杨帆, 徐洋, 崔勇, 等. 近 30 年中国农田耕层土壤有机质含量变化[J]. 土壤学报, 2017, 54(5): 1047-1056
- [18] 胡敏, 任涛, 廖世鹏, 等. 不同含钾物料对土壤钾素含量动态变化影响[J]. 土壤, 2016, 48(1): 48-52
- [19] Whitworth J. Kiwifruit production in Oklahoma[M]. Oregon State: Oregon State University Press, 1995: 1-5
- [20] Berandine S. Growing kiwifruit[M]. Corvallis: A Pacific Northwest Extension Publications, 2005: 8
- [21] 姚春潮, 龙周侠, 刘旭峰. 猕猴桃黄化病危害性研究[J]. 西北林学院学报, 2005, 20(1): 148-149
- [22] 李百云, 刘旭峰, 金会翠, 等. 陕西眉县部分猕猴桃园土壤主要养分状况分析[J]. 西北农业学报, 2008, 17(3): 215-218
- [23] 康婷婷, 张晓佳, 陈竹君, 等. 秦岭北麓猕猴桃园土壤养分状况研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2015, 43(11): 159-164
- [24] 单秀枝, 魏由庆, 严慧峻, 等. 土壤有机质含量对土壤水动力学参数的影响[J]. 土壤学报, 1998, 35(1): 1-8
- [25] 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
- [26] 张枝枝, 张福平, 燕玉超, 等. 渭河两岸缓冲带的土壤有机质含量分布特征及其影响因子[J]. 土壤, 2017, 49(2): 393-399
- [27] 李雪转, 樊贵盛. 土壤有机质含量对土壤入渗能力及参数影响的试验研究[J]. 农业工程学报, 2006, 22(3): 188-190
- [28] 郁俊谊, 刘占德, 赵菊琴. 陕西猕猴桃主产区眉县果园土壤养分分析[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2011, 39(4): 117-120
- [29] 赵丽娅, 李文庆, 唐龙翔, 等. 有机肥对黄化枯萎病的防治效果及防病机理研究[J]. 土壤学报, 2015, 52(6): 1383-1391
- [30] 庞凤, 李廷轩, 王永东, 等. 土壤速效氮、磷、钾含量空间变异特征及其影响因子[J]. 植物营养与肥料学报, 2009, 15(1): 114-120
- [31] 于忠范, 于建海, 姜学玲. 胶东果园土壤养分变化趋势及施肥对策[J]. 烟台果树, 2008(2): 3-4
- [32] 黄宏文. 猕猴桃高效栽培[M]. 北京: 金盾出版社, 2001

Investigation and Assessment on Soil Nutrients of Kiwifruit Orchards in Wugong County of Shaanxi Province

WANG Yaguo^{1,2}, LI Heng¹, GUO Peiming¹, LEI Yushan^{1,2,3*}

(1 Shaanxi Rural Science and Technology Development Center, Xi'an 710054, China; 2 Shaanxi Kiwi Engineering and Technological Research Center, Xi'an 710054, China; 3 Shaanxi Bairui Kiwifruit Research Co.Ltd., Xi'an 710054, China)

Abstract: In this paper, topsoil samples of 10 representative orchards in Wugong County, Shaanxi Province were collected, and pH, contents of organic matter, available nitrogen, phosphorus, and potassium were measured, soil fertility were assessed according to the grade standard of 2nd national soil survey, and finally the reference was provided for scientific fertilization of kiwifruit orchard. The results showed that soil pH was 7.52–8.54 with an average of 8.16, indicating the soils belong to weakly alkaline soil. The content of soil organic matter was 10.78–26.73 g/kg with an average of 18.43 g/kg, only 25.1% of the soil samples reached the middle level, indicating most samples were short of soil organic matter. The content of soil available nitrogen was 47.60–254.16 mg/kg with an average of 138.69 mg/kg, available nitrogen content of 64.7% of soil samples was more than 120 mg/kg, while only 8.0% of soil samples was insufficient in available nitrogen content. Available phosphorus content was 11.01–292.10 mg/kg with an average of 59.22 mg/kg, 90.3% of soil samples reached the rich and above levels of available phosphorus content. Soil available potassium content was 32.81–458.20 mg/kg with an average of 190.92 mg/kg, soil samples with rich, moderate and low levels of available potassium accounted for 57.3%, 28.2% and 14.5% of the total soil samples, respectively. The spatial variations of soil pH and soil organic matter in the study area were relatively small, and the contents of available nitrogen, phosphorus, and potassium were relatively rich, but the spatial distribution was uneven. In the future soil and fertilizer management, it is recommended to adopt comprehensive measures to moderately reduce soil pH to meet the need of kiwifruit growth. In addition, it is advised to strengthen the input of organic fertilizer in order to increase the content of soil organic matter year by year, and control the application of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers to improve the utilization rate of fertilizers.

Key words: Wugong of Shaanxi; Kiwifruit orchard; Soil nutrients