

“沃得天”微肥叶面喷施对猕猴桃 产量和品质的影响

杨 畅,夏 婕,李秀双,陈艳龙,田霄鸿

(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:验证“沃得天”微肥(一种新型微量元素水溶肥)对猕猴桃果树的喷施肥效,为陕西省猕猴桃生产提质增效提供科学依据。试验设置了喷施新型微量元素水溶肥(“沃得天”微肥1(W1)、“沃得天”微肥2(W2))、普通微量元素水溶肥(G1)、清水(当地地下水,CK1)4个处理,供试材料为“秦美”猕猴桃,田间采用完全随机区组设计,测定了叶片生长、果实产量和品质方面的指标,并综合评价了“沃得天”微肥的田间应用效果。结果表明,与对照相比,喷施W1和W2均显著提高了猕猴桃叶片的百叶重和百叶厚,百叶重分别增加22.6%和33.3%,百叶厚分别增加20%和27%;其中W2还能同时增加果实横、纵径,增幅为11.0%和12.9%,并能够显著提高叶片中Cu、Zn、Fe、Mn以及Ca的含量,其中与普通微肥相比增加Fe元素60~78 mg·kg⁻¹。喷施W1和W2分别增加猕猴桃单果重为11.3%和8.8%,增加了果实的固酸比,其中W2果实中Vc的含量显著增加了8.6%;W1和W2还不同程度增加了果实中多种微量元素和钙的含量,优化了猕猴桃果实外观和营养品质。另外,W1和W2处理猕猴桃分别增产8.11%和5.17%,增益8.83%和5.43%,而且2种“沃得天”新型微量元素肥料对猕猴桃增产提质效果均优于市售普通微肥。因此,叶面喷施“沃得天”新型微肥可以促进陕西“秦美”猕猴桃的生长发育,并且能在一定程度上调控叶片和果实对必需微量元素的累积,在提高果实品质和增产增收及优化猕猴桃肥料管理方面效果显著。

关键词:“沃得天”微量元素水溶肥;猕猴桃;产量;品质;经济效益

中图分类号:S663.4 **文献标志码:**A

Effects of foliar microelements fertilizer ‘Wodetian’ on the yield and quality of kiwifruit

YANG Chang, XIA Jie, LI Xiushuang, CHEN Yanlong, TIAN Xiaohong

(College of Natural Resource 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: The objective of this study was to verify the effectiveness of a new type water-soluble micro-elements fertilizer, ‘Wodetian’ by foliar spray on kiwifruit trees, and to provide a scientific basis for improving the kiwifruit yield and quality in Shaanxi. A field experiment was conducted in an orchard of Qinmei kiwifruit to investigate the effects of spraying three types of micro-element fertilizers (‘Wodetian’ micro-fertilizer 1 as W1, ‘Wodetian’ micro-fertilizer 2 as W2, and a common water-soluble micro-element fertilizer as G1) on leaf growth and fruit yield and quality. A randomized complete block design was adopted for four treatments including spraying the three micro-fertilizers and local groundwater as the control (CK1). The results showed that spraying of W1 and W2 significantly increased the thicknesses of 100 kiwifruit leaves by 20% and 27%, increased the weights of 100 leaves by 22.6% and 33.3%, respectively. The W2 significantly increased the horizontal and vertical dimensions of kiwifruit leaves by 11.0% and 12.9% compared to the control. Spraying W1 and W2 also significantly increased the contents of Cu, Zn, Fe, Mn, and Ca in kiwifruit leaves, increased the Fe content by 60~78 mg·kg⁻¹ compared with that of the G1. Moreover, spraying W1 and W2 significantly increased the weights of a single kiwifruit by 11.3% and

8.8% compared to the control, and significantly increased the soluble solids-acids ratios in kiwifruits. The W2 specially increased the content of vitamin C by 8.6% in kiwifruit. Furthermore, spraying W1 and W2 enriched the contents of micro-nutrients and Ca to various degrees, which also promoted the appearance and nutrient quality of kiwifruit. In addition, the W1 and W2 increased the kiwifruit yields by 8.11% and 5.17%, and increased the economic benefits by 8.83% and 5.43%, respectively. Particularly, the W1 and W2 were all better than the common water-soluble micro-element fertilizer in promoting the yield and quality of kiwifruit. Therefore, it indicated that the 'Wodetian' micro-fertilizer products (W1 and W2) are both remarkable in improving quality and increasing benefit. Therefore, they have significant effect to extend and be used in the main producing area of kiwifruit in Shaanxi province.

Keywords: 'Wodetian' water-soluble micro-element fertilizer; kiwifruit; yield; quality; economic benefit

陕西省是我国猕猴桃生产第一大省^[1-2],作为全国主要的猕猴桃果品生产基地,截止 2017 年全省猕猴桃种植面积和产量已分别超过 $7 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 和 $1.4 \times 10^4 \text{ t}$ (陕果大数据网)。同时,猕猴桃产业也是陕西省最重要的水果产业之一,其栽培和管理技术水平均较高,现有生产潜力得到了充分发挥^[3]。然而,在猕猴桃种植过程中,农户普遍采用以土施农家肥或其他商品有机肥为基肥,后期追施化肥的传统施肥方式。为了获得较高的经济效益,猕猴桃园存在盲目施肥现象,常量元素肥料施用量普遍较高,致使其在土壤中大量累积^[4-6]。而在我国北方石灰性土壤上,因为土壤高 pH 值和高碳酸钙含量的性质,多种植物所需微量元素易被固定成为无效态,使得植物根系吸收困难。很多情况下土壤养分全量高但有效性低,或作物吸收过程中存在障碍因子,从而影响果树增产优质^[7-9]。因此,施肥不均衡和土壤养分有效性低成为猕猴桃增产和品质提升的制约性因素。如何进一步提高果树产量和优化果实品质,帮助果农节支增效,已逐渐成为猕猴桃生产中亟待解决的问题。

研究证明,充足的微量元素供应能增加叶片干物质的积累和运输,促进营养元素的吸收和利用^[10-12];在提高园艺植物光合速率和改善树体生长、提高果实品质和产量等方面有着极大促进作用^[13-14]。微量元素水溶肥是一种含有多种微量元素且能全部溶于水的植物叶面肥,具有易被作物吸收、水肥同施、肥料利用率高等优点^[15-16]。其中,“沃得天”微量元素水溶肥 1(W1)和 2(W2)是由中兴农业海外研究中心研制而成的国际领先的新一代多功能肥料,富含硼、钼和螯合的铜、铁、锰、锌等植物易吸收形态的中微量元素。迄今为止该产品已在全国 23 个省的多种作物上进行了试验示范,均取得了良好的增产提质效果^[17-19],然而其在陕西省经济果树上的应用效果尚未得到验证。

本试验取材陕西省眉县种植的 7 a 生“秦美”猕猴桃,以清水为对照,喷施普通微量元素水溶肥和“沃得天”微量元素水溶肥 1 和 2,探讨“沃得天”新型微量元素水溶肥在猕猴桃叶片生长、果实品质和产量上的应用效果,以期指导微量元素水溶肥在多年生果树上的合理增施,为“沃得天”微肥产品在陕西省果树主产区的推广应用提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于 2017 年 3 月至 2018 年 2 月在陕西省眉县金渠镇金渠村(107°47'21"E,34°12'48"N)“秦美”猕猴桃果园开展。该园猕猴桃(*Actinidia Chinensis Planch*)果树均为 7 a 生“秦美”猕猴桃,株行距 $2 \text{ m} \times 3 \text{ m}$,栽植密度 $1650 \text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2}$,平顶棚架式栽培,生长期不蘸膨大剂。供试土壤类型为壤土,多点分层取 0~40 cm 土层土样作为基础土样,果园土壤的基础理化性质为有机质含量 $30.5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,全氮 $0.82 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,全磷 $0.24 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,全钾 $2.60 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,矿质氮 $82.08 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,速效磷 $110.26 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,速效钾 $389.5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,有效钙 $130 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,有效镁 $154 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,速效铁 $5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,速效铜 $4.2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,速效锰 $17 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,有效锌 $0.8 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,土壤质地为壤土,pH 值 8.13。该猕猴桃园产量多年维持在 $45 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 左右,属于典型的高产果园,管理良好。

1.2 试验设计

试验方案共包括 4 个处理,处理 1(CK1):每次喷施 $2.0 \text{ kg} \cdot \text{株}^{-1}$ 清水;处理 2(G1):每次喷施 $2.0 \text{ kg} \cdot \text{株}^{-1}$ 普通微量元素水溶肥的 1000 倍稀释液;处理 3(W1):每次喷施 $2.0 \text{ kg} \cdot \text{株}^{-1}$ “沃得天”微肥 1 的 1000 倍稀释液;处理 4(W2):每次喷施 $2.0 \text{ kg} \cdot \text{株}^{-1}$ “沃得天”微肥 2 的 1000 倍的稀释液。试验采用单因素完全随机区组设计,重复 4 次,小区面积为 72 m^2 ,每小区有 12 株猕猴桃树,各小区间设有保

护行。

普通微量元素水溶肥是由四川国光农化股份有限公司生产的“国光黄白绿 10%微量元素水溶肥料”;“沃得天”微量元素水溶肥 1 和 2 由中兴能源有限公司提供,2 种产品的有效成分为:Cu+Zn+Mn+Fe+B+Mo+Ca $\geq 100 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$,微肥 1 的浓度是微肥 2 的 10 倍。

1.3 施肥时间及田间管理

微量元素水溶肥的喷施共进行 3 次,分别在展叶期(4 月 18 日)、花前期(5 月 13 日)和膨果期(7 月 11 日)进行。按照“沃得天”微量元素水溶肥料的施用要求,该微肥需要单独使用,不能与其他农药和肥料混合使用。试验各处理的肥料现用现配,阴天全天可喷,晴天上午 10 点之前或下午 17 点之后喷施。用 3WBS-16 型背负式手动喷雾器(1.5 m 长的喷杆)喷液,喷头片为 1.6 mm,雾化效果好。以喷湿叶片正反面、肥液开始下滴为宜。

试验田全年常规施肥分 2 次进行,即 2016 年冬季施基肥,农家肥用量 $12\ 000 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,2017 年花前期施追肥,施用化肥 $1\ 150 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。由于 2017 年 6 月、7 月干旱少雨,全年灌溉共分 5 次进行,采用塑料软管灌溉,每次灌溉用水量为 $800 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$,全年药剂防治病虫害 2 次。田间管理均由农户统一进行,以减少人为因素造成的差异。

1.4 样品采集

在果树完全展叶期前采集了各处理小区表层(0~20 cm 和 0~40 cm)土壤,成熟期采集叶片,收获期采集了猕猴桃的果实。具体方法^[20]如下:

(1)土壤采集:每处理小区任意选 3 棵果树,分别在每棵果树周围(避开施肥点)选取 4 个采样点采样,土样混合均匀后用四分法留取 1 kg 装袋,每处理小区 3 个混合土样,带回实验室风干,磨碎过筛(0.25 mm 和 1 mm)备用。

(2)叶片采集:手持叶绿素仪 SPAD-502 在每个小区测定果树新梢顶端以下第 4~6 片成熟叶片 SPAD 值,并采摘果树中部功能叶片 100 片左右,混合均匀带回,用去离子水冲洗 3 次后,在 105℃ 下杀青 15 min,随后在 75℃ 下烘干至恒重,粉碎机粉碎后全部过筛(1 mm)备用。

(3)果实采集:在每个小区随机采集 30 个以上成熟无损的果实组成混合样,带回实验室在 0℃ 条件下冷藏保存,测定单果重和果实内在品质,部分内在品质要在自然放软后测定,果样切片烘干至恒重后粉碎全部过筛(0.25 mm)备用。

(4)计产:人工统一采摘,精准测产是每个小区选取 6 棵树,分别统计每棵树的产量;大田产量是记

录每个小区所用固定质量的集装箱数量,然后对集装箱和果实进行称重,计算每个小区的果实总质量,最后计算产量。

1.5 测定项目及方法

(1)果实品质:百分之一电子天平称量单果重;游标卡尺精度度量果实横、纵径;硬度计(GY-1 型)测定果实硬度,手持糖度仪(WYT-4 型)测定可溶性固形物;标准碱滴定法测定可滴定酸;可溶性糖测定采用费林试剂法;Vc 含量测定采用 2,4-二硝基苯肼比色法。

(2)土壤与植物营养元素:凯氏定氮法(K12 型全自动凯氏定氮仪)测定土壤全氮; $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaHCO}_3$ 浸提-钼锑抗比色法,紫外分光光度计测定速效磷; $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NH}_4\text{OAc}$ 浸提-火焰光度法,火焰光度计测定速效钾;重铬酸钾外加热法测定有机质;pH 用酸度计测定。果实、叶片中 Cu、Zn、Fe、Mn、Ca 含量采用 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ HCL}$ 浸提-AAS 法(AA320CRT)测定。

1.6 数据处理

用 Excel 2003 进行数据的整理和处理,用 SPSS 8.0 统计分析软件对数据进行方差分析,用 LSD 法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 “沃得天”微肥对猕猴桃叶片生长的影响

由表 1 可知,与对照相比,喷施普通微量元素水溶肥对猕猴桃叶片的厚度、重量、横纵径的影响均不显著。而相比于对照,喷施“沃得天”微肥 1 和 2 均显著提高了猕猴桃叶片的百叶重和百叶厚,百叶重分别增加 22.6%和 33.3%,百叶厚分别增加 20%和 27%。W2 还增加了叶片的横、纵径,增幅分别为 11.0%和 12.9%。而 W1 和 W2 两处理间无显著差异。3 种微量元素水溶肥对叶绿素含量的影响均不显著。

表 1 微肥对猕猴桃叶片生长的影响

Table 1 Effects of micro-element fertilizers on kiwifruit leaf growth

处理 Treatment	百叶厚 Thickness /cm	百叶重 Weight /g	叶片横径 Width /cm	叶片纵径 Vertical /cm	SPAD 值 SPAD value
CK1	8.5±0.12b	552±25.3b	16.2±0.24b	15.5±0.21c	53.6±1.69a
G1	8.9±0.43b	551±44.3b	16.8±0.29b	16.0±0.21bc	54.2±1.84a
W1	10.2±0.12a	677±37.5a	16.9±0.25b	16.6±0.20b	54.6±1.06a
W2	10.8±0.15a	736±22.0a	18.0±0.28a	17.5±0.31a	56.6±1.72a

注:CK1:对照;G1:普通微量元素水溶肥;W1:“沃得天”微肥 1;W2:“沃得天”微肥 2。表中数据为 4 次重复的平均值,同列数字后不同字母表示处理间差异达 5%显著水平($P<0.05$)。下同。

Note:CK1: Control; G1: Common water-soluble micro-element fertilizer; W1: Wodetian micro-fertilizer 1; W2: ‘Wodetian’ micro-fertilizer 2. Data in the table is average of 4 replications, values followed by different letters in the same column are significantly different among treatments at the 5% level ($P<0.05$). The same below.

如表 2 所示,3 种微量元素水溶肥的喷施不同程度地增加了猕猴桃叶片中微量元素和钙的含量。与对照相比,喷施普通微量元素水溶肥提高了猕猴桃叶片中 Cu、Zn、Mn 和 Ca 的含量,Fe 的含量却有显著降低;而“沃得天”微肥 1 和 2 均显著提高了叶片中 Cu、Zn、Fe、Mn 这 4 种微量元素和 Ca 的含量。另外,相对于普通微量元素水溶肥,W1 和 W2 对于果实中 Fe 元素含量的增加范围达到了 60~78 mg·kg⁻¹,效果显著,为防止猕猴桃出现缺铁黄化病打下了基础。

2.2 “沃得天”微肥对猕猴桃果实品质的影响

如表 3 所示,与对照相比,3 种微肥喷施均有增大猕猴桃果实横纵径和果实硬度的趋势,但作用均不显著,对猕猴桃的果形指数影响不大。单果重的显著增加为猕猴桃的高产奠定了基础,对于单果重这一关键指标,喷施“沃得天”微肥 1 和 2 较对照单果重分别增加 11.3% 和 8.8%,差异均达到显著水平。而与对照相比,喷施普通微量元素水溶肥对猕猴桃单果重影响不显著。

果实可溶性固形物、固酸比和 Vc 含量是评价果实内在品质的重要指标,其含量高低决定果品营养价

值和风味^[21]。如表 4 所示,与对照相比,仅 W2 处理中猕猴桃果实中 Vc 的含量显著提高了 8.6%,3 种微量元素水溶肥对猕猴桃果实中还原糖含量的影响均不显著。一般来说,果实固酸比越大,说明果实品质越好。相比对照,本试验中 W1 和 W2 处理均显著增大了果实的固酸比,改善了果实的风味;而喷施普通微肥则对猕猴桃果实的 Vc、还原糖含量以及固酸比的影响均不显著。

猕猴桃果实中对人体有益的微量元素的含量也是衡量其营养品质的重要指标^[22]。如表 5 所示,3 种微肥叶面喷施对提高果实中微量元素和钙含量的作用不同。与对照相比,G1 处理仅对提高果实 Fe 的含量作用显著,对其它元素影响不大,其中 Zn、Mn 和 Ca 有降低的趋势;W1 处理有提高果实中 Zn、Fe 和 Ca 含量的趋势,但作用均不显著,对 Cu 含量显著降低;W2 处理则提高了果实中 Fe、Mn 和 Ca 的含量,增加幅度分别为 65.3%、85.9%和 48.7%,均达显著水平。

2.3 “沃得天”微肥对猕猴桃产量和经济效益的影响

从表 6 可以看出,在常规的田间管理下,G1 比对照增产 2.60%,未达到显著水平;W1 和 W2 处理则显著增产,分别增产 8.11%和 5.17%,增益 8.83%和 5.43%,但 2 个处理间没有显著的差异。3 种微肥喷施与对照相比,均有提高猕猴桃产投比的作用,其中 W1 处理的产投比最大(3.90),其次为 W2(3.78)和 G1(3.69)。因而,2 种“沃得天”微量元素水溶肥喷施均能实现猕猴桃的增产增收,且相比于普通微量元素水溶肥效果更好。

表 2 微肥对猕猴桃叶片微量元素与钙含量的影响

Table 2 Effects of micro-element fertilizers on the micro-elements and Ca contents in kiwifruit leaves

处理 Treatment	微量元素和钙的含量/(mg·kg ⁻¹) Micro-elements and calcium contents				
	Cu	Zn	Fe	Mn	Ca
CK1	6.72±0.36c	16.7±0.21d	212±1.83c	78.7±0.51c	28.4±0.26d
G1	8.78±0.51b	22.9±0.15c	167±3.92d	172.5±0.32a	31.4±0.01c
W1	9.66±0.09ab	33.4±0.21a	227±0.77b	67.9±0.07d	38.0±0.27b
W2	10.66±0.06a	24.8±0.44b	245±0.87a	110.0±0.70b	43.2±0.59a

表 3 微肥对采收时猕猴桃果实外观品质的影响

Table 3 Effects of micro-element fertilizers on kiwifruit appearance quality at harvest

处理 Treatment	果实横径/cm Horizontal diameter of fruit	果实纵径/cm Vertical diameter of fruit	果形指数 Fruit shape index	果实硬度/(g·cm ⁻²) Fruit firmness	单果重/g Single fruit weight
CK1	6.88±0.15a	6.61±0.14b	0.94±0.02b	12.7±0.20a	194±5.31b
G1	7.02±0.12a	7.12±0.11a	0.99±0.02a	13.0±0.20a	196±6.00b
W1	7.12±0.15a	6.79±0.16b	0.97±0.02a	13.7±0.73a	216±6.71a
W2	7.15±0.15a	6.81±0.16ab	0.96±0.02ab	13.2±0.39a	211±6.22a

表 4 微肥对达到可食状态猕猴桃果实营养品质的影响

Table 4 Effects of micro-element fertilizers on kiwifruit nutrient quality after ripening

处理 Treatment	Vc/(mg·kg ⁻¹) Vitamin C	还原糖/(g·kg ⁻¹) Reduced sugar	可溶性固形物/% Soluble solid	可滴定酸/% Titratable acid	固酸比 TSS-Acid ratio
CK1	695±6.67b	5.03±0.0146a	12.3±0.19ab	1.66±0.00a	7.38±0.11b
G1	649±6.67b	4.77±0.0123a	11.8±0.18bc	1.55±0.01b	7.24±0.16b
W1	680±19.6b	4.94±0.0010a	12.7±0.09a	1.64±0.03a	8.24±0.04a
W2	755±6.67a	4.99±0.0070a	11.7±0.15c	1.49±0.01c	7.85±0.16a

表5 微肥对达到可食状态猕猴桃微量元素和钙含量的影响

Table 5 Effects of micro-element fertilizers on micro-elements and Ca contents in kiwifruit after ripening

处理 Treatment	微量元素和钙含量 Micro elements and calcium contents/(mg·kg ⁻¹)				
	Cu	Zn	Fe	Mn	Ca
CK1	11.2±0.74a	5.79±0.40a	12.1±0.71b	5.12±0.69b	2.63±0.33bc
G1	11.2±0.86a	4.38±0.40b	20.6±0.40a	3.81±0.18b	1.42±0.25c
W1	7.78±0.34b	6.01±0.39a	14.1±0.77b	4.82±0.18b	2.92±0.21ab
W2	11.9±1.06a	5.34±0.61ab	20.0±2.08a	9.52±1.67a	3.91±0.42a

表6 经济效益分析表

Table 6 Economic benefit analysis

处理 Treatment	产量/(t·hm ⁻²) Yield	总产值/(10 ⁴ yuan·hm ⁻²) Total output	增益/% Gain	投入 Inputs/(10 ⁴ yuan·hm ⁻²)			产投比 Ratio of output to input
				物化 Material	肥料 Fertilizer	总投入 Total input	
CK1	44.17±0.85c	17.67	-	2.15	2.75	4.90	3.61 : 1
G1	45.35±0.94bc	18.14	2.66	2.15	2.76	4.91	3.69 : 1
W1	48.07±1.46a	19.23	8.83	2.15	2.78	4.93	3.90 : 1
W2	46.58±1.70ab	18.63	5.43	2.15	2.78	4.93	3.78 : 1

注:2017年猕猴桃价格4.0元·kg⁻¹,物化投入包括农药、灌水和人工费等。

Not: Kiwifruit unit price per kilogram is 4 yuan in 2017; Physical and chemical inputs include pesticides, irrigation and labor costs.

3 讨论

微量元素在生物体内含量虽然很低,但因其参与生物体内参与酶、激素和维生素等活性物质的形成和活化而发挥重要的生物学功能,维持机体正常的生命活动,与常量元素同等重要^[23-25]。本试验通过在陕西省重要的经济作物猕猴桃果园进行叶面喷肥,研究普通微量元素水溶肥与新型微量元素水溶肥对猕猴桃生长及果实品质的影响。结果表明,喷施“沃得天”微肥相对于清水和普通微肥,显著增加了叶片的纵径及干物质的累积,增加了光合作用面积和强度,促进了树体的营养生长,并因此增加了猕猴桃的单果重(表3),为猕猴桃的高产奠定了基础,这与“沃得天”微量元素水溶肥在莴笋上表现出促进叶片生长及肉质茎增粗、增产显著,在西红柿上表现出壮苗、增收的肥效的结果相一致^[19-20, 26-27]。

与此同时,猕猴桃叶面喷施“沃得天”微肥不同程度地增加了叶片中Fe、Cu、Zn、Mn、Ca的含量,证明叶喷是提高叶片中微量元素含量和钙的直接有效的途径,这与秦玉芝^[28]的研究结果相吻合。其中,铁在合成蛋白质、形成叶绿素、光合作用等生理生化过程中起重要作用,能够有效防治猕猴桃缺铁黄化症。本研究中,猕猴桃果园土壤中Fe元素的含量仅为5 mg·kg⁻¹,远低于临界值11.9 mg·kg⁻¹。喷施普通微肥对猕猴桃叶片中Fe的含量反而有降低趋势,原因很可能是由于产量提高对营养元素的稀释作用;相比之下,喷施“沃得天”微肥后叶片中Fe元素的含量增加了60~78 mg·kg⁻¹。可见,与市

售普通的微肥相比,“沃得天”新型叶面微肥促进猕猴桃叶片吸收养分的作用更为全面。

喷施微量元素肥料在影响树体营养的同时,也对猕猴桃果实的营养品质有着不同程度的影响。首先,“沃得天”微肥W2相对对照,显著提高了果实中Vc的含量;W1和W2则均提高了猕猴桃果实的固酸比,提升了果实的营养和风味。其次,叶面喷施微肥在提高叶片中微量元素和钙含量的同时,也影响了各元素向果实中的转运。然而,可能是因为受到取样方法、果树年龄及不同微量元素在植株体积累与分配特征的影响,叶面喷施水溶性微肥对果实中微量元素含量的影响较为复杂。本研究中,喷施市售普通微肥对猕猴桃果实中的Fe的含量有显著提高,Zn、Mn以及Ca含量则有降低的趋势。相比之下,“沃得天”微肥W1有提高果实中Zn、Fe以及Ca含量的趋势,而“沃得天”微肥W2则显著提高了猕猴桃果实中Fe、Mn和Ca的含量,增加幅度分别为65.3%、85.9%和48.7%。

除此之外,植物果实的矿质营养与果实品质密切相关,一般认为,Mn和Cu含量低的果实肉质好,耐贮藏,具有良好的风味。有研究指出,果实中的矿质营养Cu与可溶性固形物呈显著负相关,Mn与可滴定酸呈显著负相关。也有研究认为,果实中Ca的含量与酸度呈负相关,Fe的含量与酸度呈正相关^[29-31]。本研究由于条件所限,未能观察到猕猴桃果实中不同矿质营养之间及矿质营养与其它风味指标之间的关系,这也可能是造成微肥影响果实微量元素含量的效果复杂性的原因之一。

本研究表明,喷施 3 种微肥对猕猴桃均有增产的作用,只是喷施市售普通微肥增产不显著;而喷施“沃得天”W1 和 W2 相比对照分别增产 8.11% 和 5.17%,增益 8.83% 和 5.43%,且增加了产投比。原因是由于叶面喷施新型微肥充分满足了树体对微量元素的养分需求,促进了树体的营养生长,并加速了碳水化合物向果实中的转运,促进了果实器官的膨大,提高了单果重,最终增加产量、产值,提高了产投比,增加了果农的经济收益。

然而,喷施微肥的肥效还取决于植株体对微肥的需求和土壤中元素的丰缺程度,在实际生产应用中应结合测土配方的施肥原理和多年的定点试验,制定该种水溶肥的喷施次数和浓度,有关“沃得天”微肥中微量元素的有效形态和浓度比例对猕猴桃树体作用的内在机制还需要更深层次的研究。

4 结 论

叶面喷施“沃得天”新型微量元素水溶肥相较于普通微量元素肥料,能够更有效促进猕猴桃叶片的生长及对微量元素和钙质的吸收,进而提高猕猴桃的果实外观品质和营养品质,增加果实中多种微量元素的含量,对果农增产增收效果显著。针对陕西省多年生猕猴桃果树生产上需要进一步提质增效的现状,在常规施用基肥和追肥基础上应合理增施微量元素水溶肥,优化猕猴桃果园养管理,该研究也为新型微量元素水溶肥在陕西省猕猴桃主产区的推广使用提供了理论参考依据。

参 考 文 献:

- [1] 屈振江,柏秦凤,梁轶,等. 气候变化对陕西猕猴桃主要气象灾害风险的影响预估[J]. 果树学报, 2014(5): 873-878.
- [2] 刘侯俊,巨晓棠,同延安,等. 陕西省主要果树的施肥现状及存在问题[J]. 干旱地区农业研究, 2002, 20(1): 38-44.
- [3] 李晓红. 陕西猕猴桃产业发展现状与对策[J]. 西北园艺(果树), 2010(1): 8-10.
- [4] 胡凡,石磊,李茹,等. 陕西关中地区猕猴桃施肥现状评价[J]. 中国土壤与肥料, 2017(3): 44-49.
- [5] 来源,同延安,陈黎岭,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, 39(10): 171-176.
- [6] 别智鑫,翟梅枝,李春茂,等. 不同施肥处理对秦美猕猴桃贮藏性及其品质的影响[J]. 西北植物学报, 2006, 26(9): 1950-1954.
- [7] 王西锐. 猕猴桃重茬栽植障碍问题探讨[J]. 西北园艺(果树), 2015(3): 4-5.
- [8] 何天明,刘泽军,覃伟铭,等. 土壤因子对库尔勒香梨缺铁失绿症发生的影响[J]. 西北农业学报, 2013, 22(1): 97-103.
- [9] 刘全清,张福锁. 石灰性土壤上植物缺铁失绿的病因剖析[J]. 北京农学院学报, 1993(1): 24-26.
- [10] 马欣,石桃雄,武际,等. 不同硼肥对油菜产量和品质的影响及其在油稻轮作中的后效[J]. 植物营养与肥料学报, 2011, 17(3): 761-766.
- [11] Thomine S, Lanquar V. Iron transport and signaling in plants [J]. Annual Review of Plant Biology, 2003, 54(1):183-206.
- [12] Grace N D, Craighead M, Watt B. The macro- and micro-element content of swedes and kale in Southland, New Zealand, and the effect of trace element-amended fertilizers on their Co, Se, and Cu concentrations [J]. New Zealand Journal of Agricultural Research, 2000, 43(4):533-540.
- [13] 李敏,厉恩茂,李壮,等. 氨基酸硒叶面肥在红富士苹果上的应用试验[J]. 中国果树, 2013(4): 31-33.
- [14] 成学慧. 三种叶面肥对设施栽培葡萄与草莓植株生长和果实品质的影响[D]. 南京:南京农业大学, 2012.
- [15] 汪家铭. 水溶肥发展现状及市场前景[J]. 上海化工, 2011, 36(12): 27-31.
- [16] 刘鹏,张振都,童旭宏,等. 水溶性肥料的发展研究进展[J]. 现代农业科技, 2013(13): 243-244.
- [17] 王子董. 中兴农业助力黑龙江现代农业[J]. 中国农资, 2017(30):21-21.
- [18] 何新玉,彭小强. 微量元素水溶肥在莴笋上的田间试验报告[J]. 四川农业科技, 2017(1): 47-49.
- [19] 何新玉,任永江,李龙. 微量元素水溶肥在西红柿上应用田间效果试验报告[J]. 四川农业科技, 2017(12):26-28.
- [20] 鲍士旦. 土壤农化分析(第 3 版)[M]. 北京:中国农业出版社, 2000.
- [21] 于会丽,司鹏,乔宪生,等. 喷施不同铁肥对草莓铁养分吸收和品质的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2016(5): 73-78.
- [22] 翟延君,王幼东. 软枣猕猴桃不同药用部位微量元素的含量测定[J]. 微量元素与健康研究, 1996(3): 32-33.
- [23] 张舒玄,聂欣,杜鹃,等. 不同微量元素叶面肥对草莓育苗生长的影响[J]. 土壤, 2017, 49(2): 261-267.
- [24] Marschner P. Marschner's mineral nutrition of higher plants (second edition)[M]. 北京:科学出版社, 2013.
- [25] 郭荣发,陈爱珠. 砖红壤施用中量、微量元素对甘蔗产量与糖分的效应[J]. 土壤, 2004, 36(3): 323-326.
- [26] 赵明新,张江红,孙文泰,等. 不同树形冠层结构对‘早酥’梨产量和品质的影响[J]. 果树学报, 2016(9): 1076-1083.
- [27] 邱超,胡承孝,谭启玲,等. 钙、硼对常山胡柚叶片养分、果实产量及品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2016, 22(2): 459-467.
- [28] 秦玉芝,李朝阳,陈军,等. 猕猴桃果实成熟前补钙对果实含钙量的影响[J]. 落叶果树, 2004, 36(1):4-5.
- [29] 徐慧,陈欣欣,王永章,等. ‘富士’苹果果实矿质元素与品质指标的相关性与通径分析[J]. 中国农学通报, 2014, 30(25):116-121.
- [30] 王国义. 主产区苹果园矿质营养及其与果实品质关系的研究[D]. 北京:中国农业大学, 2014.
- [31] 陈艳秋,曲柏宏. 苹果梨果实矿质元素含量及其品质效应的研究[J]. 东北农业科学, 2000, 25(6): 44-48.