



施肥对甜柿果实品质、产量及预防顶腐病的影响

井赵斌^{1,2,3}, 夏宏义⁴, 杨勇¹, 阮小凤¹

(1. 西北农林科技大学 园艺学院, 陕西杨凌 712100; 2. 渭南职业技术学院, 陕西渭南 714026;

3. 渭南市果业研究院, 陕西渭南 714026; 4. 十堰市农业科学院, 湖北十堰 442000)

摘要 为明确叶面喷施钙肥、土施土壤调理剂、土施有机肥+种草对甜柿果实品质、产量和预防顶腐病发生的影响,为甜柿高效栽培提供科学依据。以甜柿品种‘阳丰’为参试材料,设置不施肥(CK)、喷施蓝钙、喷施钙博士、蓝钙+土壤调理剂、钙博士+土壤调理剂、有机肥+种草6个处理的田间试验,研究不同处理对‘阳丰’柿果实品质,矿质元素、产量及顶腐病防治效果的影响。结果表明:与对照相比(1)喷施蓝钙、喷施钙博士、喷施蓝钙+土壤调理剂、喷施钙博士+土壤调理剂、有机肥+种草5种不同施肥处理均能显著改善‘阳丰’柿果实品质,其中有机肥+种草处理效果最好,该处理中果实质量、硬度、蛋白质、粗纤维、总糖、果糖、葡萄糖、总黄酮、维生素C、维生素B₁和维生素B₂与对照相比分别提高了16.27%、10.07%、32.14%、32.41%、35.96%、16.73%、23.12%、31.72%、17.70%、45.87%和45.75%。(2)钙博士、蓝钙+土壤调理剂、钙博士+土壤调理剂和有机肥+种草可以显著地增加阳丰果实产量,4个处理2a平均667m²产分别比对照增加228.2kg、389.05kg、500.5kg和695.35kg。(3)蓝钙+土壤调理剂、钙博士+土壤调理剂对顶腐病的防治效果最优,防治率达58.5%以上。生产中建议可以采用有机肥+种草及适量补充钙肥的措施来改善甜柿果实品质、提高产量,预防柿顶腐病的发生。

关键词 钙;土壤调理剂;有机肥;种草;‘阳丰’柿果实;品质;顶腐病

中图分类号 S665.2

文献标志码 A

文章编号 1004-1389(2018)12-1819-08

‘阳丰’甜柿(*Diospyros kaki* Thunb. Youhou)是日本1990年选育的可在树上完成脱涩过程而不软化的完全甜柿(PCNA),果实扁圆形,果个较大,着色好,肉质硬脆,风味甜,引种适应性好,抗性强,丰产性强,品质佳,是目前综合性状好且适宜大面积栽培推广的优良甜柿品种之一^[1]。然而,近年来‘阳丰’柿果实上出现的柿顶腐病严重影响了果实品质和商品价值,致使果园损失严重^[2]。钙是植物体内必需的营养元素,不仅参与细胞壁和许多细胞器的合成,维持细胞壁和质膜的稳定,而且在参与信号传导和反应方面具有重要的作用,还可作为钙源贮存于细胞特定部位^[3]。钙素营养失调影响多种农作物与园艺作物的产量与品质^[4-5],与多种作物顶腐病发生显著相关^[6-9]。研究也表明,土壤调理剂可以增加植株抗逆性,改善果实品质,减轻多项生理性病害^[10-13]。果园合

理施用有机肥结合种草也可以显著改善土壤有机质、矿物元素含量和土壤物理性状,促进果树生长,提高果实品质与抗病性^[14-15]。然而,迄今有关施用钙肥、土壤调理剂和果园生草等对柿顶腐病的发生、预防效果及生理期喷施钙肥对果实营养品质的影响尚未见报道。

本研究通过田间试验,探讨甜柿‘阳丰’喷施钙肥、钙肥结合土壤调理剂和有机肥+种草模式的对柿果实营养品质、产量及顶腐病发病率的影响,比较不同种类肥料及施用方法的效果,为甜柿‘阳丰’丰产与高产提供科学的施肥依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

试验区位于中国‘阳丰’甜柿主栽区陕西省宝鸡市眉县柿种植示范基地(34°10'N,107°63'E),

收稿日期:2018-01-24 修回日期:2018-03-20

基金项目:农业部种质资源保护项目(2017NWB035);科技部国家农作物种质资源共享服务平台(NICGR2017-50);陕西省科技统筹创新工程计划(2016KTTSNY01-02,2016KTTSNY01-06)。

第一作者:井赵斌,男,博士,助理研究员,研究方向为果树育种与栽培。E-mail:jingzhaobin@nwsuaf.edu.cn

通信作者:阮小凤,女,硕士,副教授,主要从事果树育种与栽培研究。E-mail:xf. ruan@nwsuaf.edu.cn

地处关中平原西部,年平均气温 12.9 ℃,平均降水量 609.5 mm,平均日照 2 015.2 h,无霜期 218 d,属暖温带大陆性半湿润气候。供试材料‘阳丰’树龄 10 a,砧木为君迁子,株行距为 3 m×4 m。供试土壤为褐土,0~60 cm 土层含有有机质 17.83 g/kg,速效氮 24.21 mg/kg,速效磷 62.75 mg/kg,速效钾 393.68 mg/kg,pH 7.10。

1.2 试验设计

2012—2013 年连续 2 a,在试验区选择树势基本一致、无病虫害和生长健壮的树体为材料,设置 6 个处理,每处理以 5 株为一小区,重复 3 次。6 个处理为处理 1(CK):不喷钙,不施土壤调理剂;处理 2:喷施蓝钙,不施土壤调理剂;处理 3:喷施钙博士,不施土壤调理剂;处理 4:喷施蓝钙+土壤调理剂;处理 5:喷施钙博士+土壤调理剂;处理 6:有机肥+种草,即土施牛粪和沼液,树行种草,不喷钙,不施土壤调理剂。

蓝钙(安徽茂施新型肥料有限公司):钙 \geq 150 g/L,糖醇 \geq 100 g/L;钙博士(山西省农科院棉花研究所三联农业试验场):钙 \geq 65 g/L,氨基酸大于 100 g/L,根据两者钙含量,分别稀释 1 500 倍、650 倍,使喷施钙质量浓度约为 100 mg/L。喷施钙肥分别于每年的 6 月 5 日、6 月 13 日、7 月 16 日、8 月 15 日 9:00—10:00 进行,共 4 次,每次喷施均为晴天,用喷雾器均匀地将溶液喷洒在果面、萼片、结果枝及叶片的正反面,以叶面和果面滴水为度;不喷施钙肥的处理喷施等量的清水。

BGA 土壤调理剂(北京绿天使科技有限公司):有机质质量分数在 22% 以上,N+P₂O₅+K₂O 总养分质量分数在 3% 以上,含多种维生素、植物生长调节物质和糖类物质。每年 3 月初采用沟施法,在供试树体树冠外沿两边各开 30 cm 宽,30 cm 深的沟,施入调理剂后埋土平整,用量 2.5 t/hm²。

有机肥+种草处理为牛粪施用量为 10 t/hm²,NPK 复合肥用量为 0.5 t/hm²,沼液 5 t/hm²,于每年春季 3 月初环施,在供试树体树冠一周各开 30 cm 宽、30 cm 深的沟,并于 5 月 20 日、7 月 17 日 8:00—10:00 灌施 75% 的正常产气 3 个月以上且经过澄清过滤后放置 2~3 d 的沼液,用量为 5 t/hm²。于 2011 年秋季果树行间条播林间组合(白三叶、黑麦草和鸭茅),后续年份草长到约 40 cm 后刈割,覆盖于树盘,当年刈割 3 次。上述各处理中氮磷钾复合肥的用量相同,均

为 0.5 t/hm²。

1.3 样品采集及测试分析

样品采集:分别于 2012 和 2013 年秋‘阳丰’柿果实成熟时,每处理按东、南、西、北 4 个方位共采集 30 个果实测定其品质。

果实品质及矿物质元素的测定:果实硬度采用硬度计测定;单果质量用电子天平称量;用游标卡尺测量果实横、纵径并计算果形指数;蛋白质、粗纤维、总糖、葡萄糖分别采用微量凯氏定氮法、称量法、蒽酮比色法、分光光度法和化学发光法^[16]测定;总黄酮用 NaNO₂-Al(NO₃)₃ 分光光度法测定^[17];脂肪、维生素 C、维生素 B₁、维生素 B₂ 质量分数分别采用索氏提取法、靛酚滴定法、荧光比色法和核黄素荧光法^[18]测定;钾、钠、钙、镁和铁用原子吸收分光光度法测定^[19],样品前处理方法参考文献[20]进行。

顶腐病发病情况的统计:每年的 9 月下旬至 10 月上旬调查试验效果,调查统计各处理的顶腐病发生率,按下列公式计算:顶腐病发生率=各处理病果数/各处理果实总数×100%

1.4 数据分析

数据为 2012—2013 年连续 2 a 平均值。采用 Duncan's 新复极差检验法对试验数据进行差异显著性分析,用 SPSS 18.0 统计软件进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对‘阳丰’柿果实品质的影响

由表 1 可知,与对照相比,5 种处理均可提高‘阳丰’柿单果质量,其中蓝钙处理对‘阳丰’柿单果质量影响不显著($P>0.05$);与对照相比,喷施蓝钙、钙博士、蓝钙+土壤调理剂、钙博士+土壤调理剂和有机肥+种草 5 种处理均可显著提高果实硬度,比对照分别增加了 6%、10%、13%、14% 和 10%。与对照相比,喷施钙博士、钙博士+土壤调理剂、有机肥+种草可显著降低‘阳丰’柿的果形指数($P<0.05$)。

喷施钙博士+土壤调理剂、有机肥+种草处理可显著提高果实中蛋白质质量分数($P<0.05$),其他处理差异不显著。与对照相比,喷施蓝钙、钙博士、蓝钙+土壤调理剂、钙博士+土壤调理剂和有机肥+种草各处理显著提高粗纤维的质量分数,其中有机肥+种草处理的效果最好。不同处理均显著提高‘阳丰’柿果实的总糖、果糖

及葡萄糖的质量分数($P<0.05$);其中有机肥+种草处理效果最好,果实的总糖、果糖及葡萄糖的质量分数与对照相比分别提高了36%、17%和23%。喷钙处理对‘阳丰’柿果实总黄酮类物质的质量分数有较为显著的抑制作用,对比发现,施用土壤调理剂对总黄酮类物质的质量分数的增加可

能具有一定的促进作用,有机肥+种草处理总黄酮类物质的质量分数最高,达到20.14 g/100 g。各处理的维生素C质量分数与总糖质量分数的趋势基本相同,均可显著提高维生素B₁和B₂的质量分数,有机肥+种草处理维生素B₁和B₂的质量分数最高,分别比对照增加45.87%和45.75%。

表1 不同处理下‘阳丰’柿果实营养元素的质量分数

Table 1 Mass fraction of ‘Youhou’ fruit nutrient elements under different treatments

项目 Item	处理1 Treatment 1	处理2 Treatment 2	处理3 Treatment 3	处理4 Treatment 4	处理5 Treatment 5	处理6 Treatment 6
单果质量/g Single fruit mass	203.12±4.55 c	209.17±5.28 c	219.01±4.69 b	227.95±4.73 a	232.31±4.09 a	236.16±5.97 a
果实硬度/(kg/cm ²) Fruit firmness	5.46±0.22 c	5.79±0.15 b	6.03±0.13 ab	6.17±0.15 a	6.25±0.15 a	6.01±0.20 ab
果形指数 Fruit shape index	0.78±0.01 a	0.79±0.01 a	0.71±0.01 c	0.79±0.01 a	0.69±0.01 d	0.73±0.01 b
蛋白质/(g/100 g) Protein	0.56±0.08 b	0.59±0.05 b	0.61±0.05 b	0.63±0.04 b	0.65±0.05 ab	0.74±0.03 a
脂肪/(g/100 g) Fat	0.33±0.05 ab	0.31±0.02 ab	0.30±0.03 b	0.34±0.03 ab	0.31±0.02 ab	0.36±0.03 a
粗纤维/(g/100 g) Crude fiber	1.08±0.06 c	1.22±0.05 b	1.26±0.09 b	1.24±0.07 b	1.29±0.07 b	1.43±0.05 a
总糖/(g/100 g) Total sugar	11.40±0.22 d	12.00±0.37 c	11.80±0.35 cd	13.36±0.20 b	13.10±0.19 b	15.50±0.27 a
果糖/(g/100 g) Fructose	5.08±0.21 d	5.42±0.24 bcd	5.29±0.18 cd	5.78±0.17 ab	5.65±0.33 abc	5.93±0.19 a
葡萄糖/(g/100 g) Glucose	5.06±0.10 c	5.57±0.23 b	5.52±0.30 b	5.87±0.33 ab	5.79±0.14 b	6.23±0.21 a
总黄酮/(g/100 g) Total flavone	15.29±0.13 b	12.42±0.40 d	13.08±0.21 d	13.86±0.34 c	14.51±0.15 c	20.14±0.74 a
维生素C/(mg/100 g) Vitamin C	54.75±1.21 c	61.13±0.53 b	61.15±0.68 b	62.88±1.90 ab	62.22±0.91 b	64.44±0.48 a
维生素B ₁ /(mg/100 g) Vitamin B ₁	5.93±0.05 f	6.65±0.17 e	6.97±0.16 d	7.48±0.19 c	8.17±0.17 b	8.65±0.14 a
维生素B ₂ /(mg/100 g) Vitamin B ₂	6.12±0.24 d	7.65±0.21 c	8.73±0.23 ab	8.36±0.23 b	8.87±0.16 a	8.92±0.22 a

注:同行数据后不同字母表示差异达到显著水平($P<0.05$);数值为“平均数±标准误”。下同。

Note: Different lowercase letters after same line show signification different ($P<0.05$); the results were shown by the “average number± standard error”. The same below.

2.2 不同处理对‘阳丰’柿果实矿质元素质量分数的影响

从表2可以看出,喷施蓝钙和钙博士两个处理‘阳丰’柿果实钾质量分数较对照处理分别降低了4%、7%;而喷施蓝钙+土壤调理剂、喷施钙博士+土壤调理剂、有机肥+种草较对照均显著提高了‘阳丰’柿果实钾质量分数($P<0.05$),分别提高了10%、7%、11%。各处理组中钠质量分数显著低于对照处理($P<0.05$)。与对照相比,各处理可以显著增加‘阳丰’柿果实钙质量分数($P<0.05$)。各处理对‘阳丰’柿果实镁质量分数有显著的促进作用($P<0.05$),喷施蓝钙、钙博

士、蓝钙+土壤调理剂、钙博士+土壤调理剂和有机肥+种草各处理分别较对照提高6%、16%、33%、44%和36%。与对照相比,各处理可显著增加‘阳丰’柿果实铁质量分数($P<0.05$),其中有机肥+种草处理中‘阳丰’柿果实铁质量分数最高,显著高于其他处理。

2.3 不同处理对‘阳丰’柿产量及顶腐病发生率的影响

2012—2013年连续2a不同处理对‘阳丰’柿产量及顶腐病发生率的影响见表3。2012年喷施蓝钙、钙博士、蓝钙+土壤调理剂、钙博士+土壤调理剂、有机肥+种草各处理与对照相比,单株产

量增加显著($P < 0.05$),分别增加 2.82 kg、5.70 kg、8.52 kg、10.39 kg 和 11.63 kg。2013 年除喷施蓝钙外,喷施钙博士、蓝钙+土壤调理剂、钙博士+土壤调理剂和有机肥+种草各处理与对照相比,单株产量增加显著($P < 0.05$),分别增加 5.39 kg、8.30 kg、9.50 kg 和 13.4 kg。每 667 m² 产量与单株产量表现趋势一致,2012 年喷施蓝钙、钙博士、蓝钙+土壤调理剂、钙博士+土壤调理剂和有机肥+种草各处理与对照相比,每 667 m² 产量增加显著($P < 0.05$),分别增加 156.70 kg、316.60 kg、472.90 kg、576.90 kg 和 646.00 kg。2013 年除喷施蓝钙外,喷施钙博士、蓝钙+土壤调理剂、钙博士+土壤调理剂和有机肥+种草各

处理与对照相比,每 667 m² 产量增加显著($P < 0.05$),分别增加了 299.70 kg、461.50 kg、528.10 kg 和 744.70 kg。

从表 3 可知,喷施钙博士、蓝钙+土壤调理剂、钙博士+土壤调理剂、有机肥+种草处理均显著地降低了果实顶腐病的发生率($P < 0.05$)。其中,蓝钙+土壤调理剂、钙博士+土壤调理剂处理相对防治效果最好;喷施蓝钙、钙博士、有机肥+种草 3 个处理对‘阳丰’柿果实顶腐病的防治也具有较好的效果。说明‘阳丰’柿果实顶腐病通过喷钙、施用土壤调理剂及有机肥+种草等措施可以得到有效的防治。

表 2 不同处理下‘阳丰’柿果实矿物质元素的质量分数

Table 2 Mass fraction of ‘Youhou’ fruit mineral elements under different treatments mg/kg

项目 Item	处理 1 Treatment 1	处理 2 Treatment 2	处理 3 Treatment 3	处理 4 Treatment 4	处理 5 Treatment 5	处理 6 Treatment 6
K	1 953.50±2.97 d	1 867.30±3.06 e	1 826.28±2.84 f	2 154.35±2.46 b	2 087.63±3.05 c	2 165.27±5.21 a
Na	18.37±0.28 a	17.14±0.34 b	16.00±0.35 c	13.93±0.56 d	14.57±0.54 d	16.94±0.19 b
Ca	91.57±0.63 e	109.22±1.38 d	120.02±1.01 b	120.85±0.73 ab	122.94±2.49 a	113.85±1.54 c
Mg	125.65±2.71 e	133.64±2.66 d	146.16±2.66 c	167.29±2.76 b	180.82±2.28 a	170.58±1.73 b
Fe	1.51±0.08 d	2.01±0.09 c	2.21±0.06 bc	2.33±0.10 b	2.45±0.28 b	3.06±0.17 a

表 3 不同处理对‘阳丰’柿产量及顶腐病发生率的影响

Table 3 Effects of different treatments on production and the incidence of blossom-end rot of ‘Youhou’

处理 Treatment	株产/kg Yield per plant		667 m ² 产量/kg Yield per 667 m ²		顶腐病发生率/% The incidence of blossom-end rot	
	2012	2013	2012	2013	2012	2013
处理 1 Treatment 1	57.19 e	58.59 d	3 177.5 e	3 254.8 d	20.5 a	12.3 a
处理 2 Treatment 2	60.01 d	60.34 d	3 334.2 d	3 352.3 d	10.4 b	6.2 bc
处理 3 Treatment 3	62.89 c	63.98 c	3 494.1 c	3 554.5 c	9.8 bc	6.5 b
处理 4 Treatment 4	65.71 b	66.89 b	3 650.4 b	3 716.3 b	8.5 d	4.8 d
处理 5 Treatment 5	67.58 ab	68.09 b	3 754.4 ab	3 782.9 b	6.2 e	3.4 e
处理 6 Treatment 6	68.82 a	71.99 a	3 823.5 a	3 999.5 a	9.1 cd	5.7 c

3 讨论与结论

除总黄酮、钾和钠外,喷施蓝钙和钙博士可以改善或显著提高‘阳丰’柿产量与品质,这与前人在苹果、葡萄、香梨和锦橙中的研究结果相似^[21-24]。喷施蓝钙和钙博士对果实品质的影响效果不同,较为明显的是喷施蓝钙、蓝钙+土壤调理剂处理,其总糖、果糖和葡萄糖质量分数分别高于喷施钙博士、钙博士+土壤调理剂处理(表 1),综合来看,钙博士对‘阳丰’柿果实品质和产量的影响较蓝钙好(表 1 和表 3)。可能的原因与其主要组分有关,这与张峰等^[25]对库尔勒香梨叶面喷施

钙肥研究中的结果类似,库尔勒香梨果实品质受钙肥种类影响较大,可能由于不同钙肥吸收利用效率与营养特性的差异所致。本试验发现,BGA 土壤调理剂对‘阳丰’柿果实品质的改善、产量的提高及顶腐病的预防均具有显著的促进作用。BGA 土壤调理剂的效用主要表现为 2 个方面:其一,含有较高植物所需的营养成分,其中有机质质量分数达到 22%,并含有多种维生素、植物生长调节物质和糖类物质;其二,改良土壤结构,促进植物对营养元素和矿物质元素的吸收。郭永忠等^[26]研究指出,施用 BGA 土壤调理剂能降低土壤体积质量,使土壤总孔隙度、毛管孔隙度和非毛

管孔隙度增加,对增大土壤持水量和毛管持水量都具有明显效果。合理施用有机肥+种草对提高‘阳丰’柿产量与品质具显著的作用。这一结果与前人的研究类似,如 Marinari 等^[27]研究表明,施用有机肥后土壤有机质质量分数提高,进而增加土壤中微生物的数量、活力及微生物的多样性,最终提高土壤微生物碳、氮并提升土壤营养供应容量;刘小刚等^[28]对红富士苹果追施沼液,果实品质得到大幅度的提高;霍颖等^[14]证实果园行间多年种草可以提高土壤表层和亚表层有机质质量分数、土壤养分质量分数,改善土壤供肥状况,通过对甜柿示范基地部分柿树土施牛粪、沼渣并地面种草综合应用,显著提高了‘阳丰’柿产量与品质。

喷施钙肥增加‘阳丰’柿果实钙、镁和铁质量分数,降低果实钾和钠质量分数;喷施钙肥并土施土壤调理剂除钠外,其他元素质量分数均不同程度地高于对照,钠质量分数大幅度地降低。喷施钙肥对矿物质元素质量分数的影响可能是由于钙与镁有相助作用,可使果实早熟硬度好,钙与镁对钾和钠的吸收具有一定程度的拮抗作用,喷钙促使果实钙质量分数增加,提高果实硬度和抗性,增加果实营养竞争能力,促进镁的吸收利用,抑制钾和钠的吸收;土施土壤调节剂后,土壤理化特性和有效养分得到改善,提高果实钙、镁和钾质量分数,阳离子的拮抗作用加强,进一步抑制钠向果实中转运,故土施土壤调节剂后钠质量分数处于较低水平。合理施用有机肥加种草显著改善土壤有机质、矿物元素质量分数和土壤物理性状,矿物质元素的吸收利用效率增加,‘阳丰’柿果实钙、镁、钾、钠、铁均显著高于对照,各矿物质元素均衡,质量分数较高。董彩霞等^[29]指出不同的钙肥会不同程度影响果实钙、钾、镁及某些微量元素的质量分数,本试验发现,蓝钙和钙博士对果实矿物质元素质量分数的影响也具有一定的差异性。喷钙可能对不同种类果实矿物质元素质量分数影响不同,如陈丽璇等^[30]研究发现,喷钙明显增加草莓果实钙质量分数,降低果实钾质量分数,然而,镁和铁的质量分数与喷钙浓度相关性不明显;卢桂宾等^[31]证实喷钙能显著增加枣果实中钾、钙、铁元素的质量分数,且钾元素质量分数的增加效果比钙元素显著,而锰元素质量分数反而减少,可能是由于不同物种对喷施的钙肥吸收利用效率有差异、果实中矿物质元素均衡比例不同、土壤及管理措施与其他因素综合导致的。

目前,缺钙与番茄顶腐病发生的相关性研究最为深入,缺钙与番茄顶腐病的发生有关^[3]。Sergio 等^[6]还研究发现,ABA 对钙元素的分配具有较强的调动作用,通过对番茄植株和果实喷施一定浓度的 ABA,调配钙元素集中于果肉组织中,可以预防或减少顶腐病的发生;郑小林等^[32]认为赤霉素是限制钙向果实运转分配的重要因素,抑制果树内源赤霉素水平,提高内源生长素水平,使用外源生长素类生长调节剂如萘乙酸或多效唑等均有效地促进钙往果实运转而提高果实的钙质量分数水平,可见能提高果实钙质量分数的措施,对果实顶腐病可能都具有一定的预防或防治效果。本研究中‘阳丰’柿果实顶腐病通过喷钙、施用土壤调理剂、有机肥+种草等措施得到了有效的防治,可能是由于上述各项措施均显著提高了果实硬度与钙质量分数,而进一步增强了果实抗病性。总的来看,对柿果顶腐病可以通过喷施钙肥、增施土壤调理剂、合理施用有机肥、果园种草和加强病虫害防治等综合措施进行防治。

综上所述,喷施蓝钙、钙博士、蓝钙+土壤调理剂、钙博士+土壤调理剂、有机肥+种草处理均能显著改善‘阳丰’柿果实品质,其中以有机肥+种草处理效果最好,并可提高产量。喷施蓝钙、钙博士、蓝钙+土壤调理剂、钙博士+土壤调理剂和有机肥+种草对柿顶腐病的防治均具有一定的效果,其中有机肥+种草的防治效果最好。建议生产中可以采用有机肥+种草及适量补充钙肥的措施来改善甜柿柿果实品质,提高产量,预防柿顶腐病的发生。

参考文献 Reference:

- [1] 李先明. 日本甜柿‘阳丰’品种的特性及栽培技术[J]. 烟台果树, 2004(3): 33-34.
LI X M. The characters and cultivation technology of ‘Youhou’ persimmon[J]. *Yantai Fruit*, 2004(3): 33-34.
- [2] 全金成, 王绍斌, 龙品基, 等. 柿顶腐病病因及发病规律初步研究[J]. 中国农学通报, 2009, 25(17): 186-190.
QUAN J CH, WANG SH B, LONG P J, *et al.* Preliminary study on cause and occurrence regularity of persimmon top rot [J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2009, 25(17): 186-190.
- [3] SERGIO T D F, AVTAR K H, QINGYU W, *et al.* Role of pectin methylesterases in cellular calcium distribution and blossom-end rot development in tomato fruit[J]. *The Plant Journal*, 2012, 71(5): 824-835.
- [4] WHITE P J, BROADLEY M R. Calcium in plants[J]. *An-*

- nals of Botany*, 2003, 92(4): 487-511.
- [5] 关军锋, 马智宏, 张会敏, 等. 苹果幼果发育期果柄结构和 Ca、Mg、K 水平的变化[J]. 植物营养与肥料学报, 2005, 11(2): 264-268.
GUAN J F, MA ZH H, ZHANG H M, *et al.* Changes of the pedicel structure and Ca, Mg, K levels during apple fruitlet development[J]. *Plant Nutrition and Fertilizer Science*, 2005, 11(2): 264-268.
- [6] SERGIO T D F, ANDREW J M E, KENNETH A S, *et al.* Calcium partitioning and allocation and blossom-end rot development in tomato plants in response to whole-plant and fruit-specific abscisic acid treatments[J]. *Journal of Experimental Botany*, 2014, 65(1): 235-247.
- [7] MORLEY P S, HARDGRAVE M, BRADLEY M, *et al.* Susceptibility of sweet pepper (*Capsicum annum L.*) cultivars to the calcium deficiency disorder ‘Blossom end rot’ [J]. *Developments in Plant and Soil Sciences*, 1993, 53: 563-567.
- [8] 王红, 张峰, 申长卫, 等. 不同喷钙措施对‘库尔勒香梨’顶腐病发生的影响[J]. 南京农业大学学报, 2013, 36(6): 25-29.
WANG H, ZHANG F, SHEN CH W, *et al.* Effect of spraying different calcium fertilizers on the incidence of blossom-end rot of ‘Korla Fragrant’ pear[J]. *Journal of Nanjing Agricultural University*, 2013, 36(6): 25-29.
- [9] MUHAMMAD S, MUHAMMAD M, ABDUR R, *et al.* Influence of calcium chloride (CaCl₂) on fruit quality of pear (*Pyrus communis*) cv. Le conte during storage[J]. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 2014, 51(1): 113-121.
- [10] 中华人民共和国国家标准. 肥料和土壤调理剂术语: GB/T 6274-2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
State Standard of the People’s Republic of China. Fertilizer and Soil Conditioner Terminology: GB/T 6274-2016 [S]. Beijing: Standards Press of China, 2016.
- [11] 郭洁, 张晓娟, 孙权, 等. BGA 土壤调理剂在贺兰山东麓酿酒葡萄上的应用效果[J]. 北方园艺, 2012(23): 178-181.
GUO J, ZHANG X J, SUN Q, *et al.* Application effect of BGA soil conditioner for grape in the eastern of Helan mountain[J]. *Northern Horticulture*, 2012(23): 178-181.
- [12] 冯红利, 刘根全, 刘永林, 等. BGA 土壤调理剂在苹果上应用试验[J]. 山西果树, 2013(5): 7-8.
FENG H L, LIU G Q, LIU Y L, *et al.* The field application test of BGA soil conditioner for apple[J]. *Shanxi Fruit*, 2013(5): 7-8.
- [13] 邹广众, 周永. 多元素矿物土壤调理剂在苹果生产中的应用[J]. 中国园艺文摘, 2014(2): 29, 92.
ZOU G ZH, ZHOU Y. The application of different elements soil conditioner for apple production[J]. *Chinese Horticulture Abstracts*, 2014(2): 29, 92.
- [14] 霍颖, 张杰, 王美超, 等. 梨园行间种草对土壤有机质和矿质元素变化及相互关系的影响[J]. 中国农业科学, 2011, 44(7): 1415-1424.
HUO Y, ZHANG J, WANG M CH, *et al.* Effect of inter-row planting grasses on variations and relationships of soil organic matter and soil nutrients in pear orchard[J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2011, 44(7): 1415-1424.
- [15] 张兴兴, 赵鲁, 安渊. 种草对桃园土壤物理性状、果树生长及果实品质的影响[J]. 上海交通大学学报(农业科学版), 2011, 29(2): 58-63.
ZHANG X X, ZHAO L, AN Y. Effect of planting grass in peach orchard on soil physical properties, tree growth and peach quality[J]. *Journal of Shanghaijiaotong University (Agricultural Science Edition)*, 2011, 29(2): 58-63.
- [16] 张志良, 瞿伟菁. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2003.
ZHANG ZH L, ZHAI W J. Experimental Guidance on Plant Physiology[M]. Beijing: Higher Education Press, 2003.
- [17] 李娟, 张鲁刚, 张昱. 橙色大白菜球叶总黄酮提取与测定方法的研究[J]. 园艺学报, 2007, 34(4): 923-928.
LI J, ZHANG L G, ZHANG Y. A study on extraction and determination of total flavonoids in orange color Chinese cabbages[J]. *Acta Horticulturae Sinica*, 2007, 34(4): 923-928.
- [18] 张水华. 食品分析[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2009.
ZHANG SH H. Food Analysis[M]. Beijing: China Light Industry Press, 2009.
- [19] 唐纯翼, 张敏, 曹庸, 等. 小叶麦冬果实中微量元素的光谱测定[J]. 林产化工通讯, 2004, 38(4): 22-24.
TANG CH Y, ZHANG M, CAO Y, *et al.* The spectrometry test of trace elements in *Ophiopogon japonicus* Kergwal. Fruit[J]. *Forest Products Chemical Communication*, 2004, 38(4): 22-24.
- [20] 孔凡利, 张名位, 尹凯丹, 等. 荔枝果实中营养元素的测定[J]. 现代食品科技, 2012, 28(3): 351-353.
KONG F L, ZHANG M W, YIN K D, *et al.* Determination of nutrient elements in Litchi[J]. *Modern Food Science & Technology*, 2012, 28(3): 351-353.
- [21] 耿增超, 方日尧, 余雕, 等. 钙肥对渭北旱原苹果产量和品质的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2006, 24(5): 73-76.
GENG Z CH, FANG R Y, SHE D, *et al.* Effect of Ca fertilization on the production and quality of apple in the Wei-bei highland[J]. *Agricultural Research in the Arid Areas*, 2006, 24(5): 73-76.
- [22] 刘鑫铭, 陈婷, 雷龔, 等. 施钙处理对夏黑葡萄成熟过程果实品质及贮藏性的影响[J]. 福建农业学报, 2013, 28(12): 1252-1256.
LIU X M, CHEN T, LEI L, *et al.* Effect of calcium treatments on quality of Xiahei grape during ripening and storage property[J]. *Fujian Journal of Agricultural Sciences*, 2013, 28(12): 1252-1256.
- [23] 赵晓梅, 李疆, 叶凯, 等. 采前喷钙对库尔勒香梨黑心病和贮藏品质的影响[J]. 新疆农业大学学报, 2012,

- 35(6):452-456.
ZHAO X M, LI J, YE K, *et al.* Effect of preharvest spraying calcium on blackheart and quality of korla pear[J]. *Journal of Xinjiang Agricultural University*, 2012, 35(6):452-456.
- [24] 温明霞, 石孝均. 生长期喷钙提高锦橙果实品质及延长贮藏期[J]. *农业工程学报*, 2013, 29(5):274-281.
WEN M X, SHI X J. Improve fruit quality and prolong storage time of Jincheng orange by calcium sprayed in growth period[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2013, 29(5):274-281.
- [25] 张 峰, 热沙来提·阿仁, 艾拜·吾买尔, 等. 叶面喷施钙肥对库尔勒香梨果实品质指标的影响[J]. *新疆农业科学*, 2013, 50(8):1468-1474.
ZHANG F, RESHALAITI AREN, AIBAIWUMAIER, *et al.* Effect of foliage application of calcium on fruit firmness quality indexes in Korla Fragrant Pear[J]. *Xinjiang Agricultural Sciences*, 2013, 50(8):1468-1474.
- [26] 郭永忠, 景春梅, 王 峰, 等. BGA 土壤调理剂对土壤结构及养分的影响[J]. *西北农业学报*, 2013, 22(12):87-90.
GUO Y ZH, JING CH M, WANG F, *et al.* Effect of BGA soil conditioner on soil structure and nutrient[J]. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*, 2013, 22(12):87-90.
- [27] MARINARIA S, MASCIANDAROB G, CECCANTIB B, *et al.* Evolution of soil organic matter changes using pyrolysis and metabolic indices: A comparison between organic and mineral fertilization [J]. *Bioresource Technology*, 2007, 98(13):2495-2502.
- [28] 刘小刚, 李丙智, 张林森, 等. 追施沼液对红富士苹果品质及叶片生理效应的影响[J]. *西北农业学报*, 2007, 16(3):105-108.
LIU X G, LI B ZH, ZHANG L S, *et al.* Effect of biogas slurry on fruit quality and leaf physiological activity index of Fuji apple[J]. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*, 2007, 16(3):105-108.
- [29] 董彩霞, 周健民, 范晓晖, 等. 不同施钙措施对番茄果实钙含量和钙形态的影响[J]. *植物营养与肥料学报*, 2004, 10(1):91-95.
DONG C X, ZHOU J M, FAN X H, *et al.* Effect of different ways of Ca supplements on the Ca content and forms in mature fruits of tomato[J]. *Plant Nutrition and Fertilizer Science*, 2004, 10(1):91-95.
- [30] 陈丽璇, 陈丽虹, 庄荣福. 田间喷钙对草莓果实和叶片营养元素含量的影响[J]. *园艺学报*, 2003, 30(4):449-451.
CHEN L X, CHEN L H, ZHUANG R F. Effect of calcium spray on nutrient element contents in fruit and leaf of strawberry[J]. *Acta Horticulturae Sinica*, 2003, 30(4):449-451.
- [31] 卢桂宾, 李春燕, 郭晓东. 外源钙肥对枣果实矿质营养元素含量的影响[J]. *经济林研究*, 2010, 28(3):69-74.
LU G B, LI CH Y, GUO X D. Effect of exogenous calcium on contents of mineral nutrient elements in jujube fruit [J]. *Nonwood Forest Research*, 2010, 28(3):69-74.
- [32] 郑小林, 张佳佳, 励建荣. ‘凯特’芒果栽培中果实套袋对其采后品质及贮藏性的影响[J]. *园艺学报*, 2011, 38(4):657-665.
ZHENG X L, ZHANG J J, LI J R. Effect of bagging treatments on quality and storability of postharvest ‘Keitt’ Manguo fruit[J]. *Acta Horticulturae Sinica*, 2011, 38(4):657-665.

Effects of Different Fertilization Regimes on Quality, Production and the Incidence of Blossom-end Rot of Sweet Persimmon

JING Zhaobin^{1,2,3}, XIA Hongyi⁴, YANG Yong¹ and RUAN Xiaofeng¹

(1. College of Horticulture, Northwest A&F University, Yangling Shaanxi 712100, China; 2. Weinan Vocational & Technical College, Weinan Shaanxi 714026, China; 3. Weinan Fruit Industry Institute, Weinan Shaanxi 714026, China; 4. Shiyuan Academy of Agricultural Sciences, Shiyuan Hubei 442000, China)

Abstract In order to clarify the effects of calcium, soil conditioner, and organic fertilizer and grow grass practice on quality and the incidence of blossom-end rot of ‘Youhou’ persimmon, a field experiment was conducted to investigate the impacts of fertilization measures on nutrient elements, mineral elements, amino acid content and component in the persimmon fruit by the following six treatments: no fertilizer (CK), blue calcium, Dr. calcium, blue calcium soil conditioner, Dr. calcium and soil conditioner, and organic fertilizer grow grass. Results indicated that compared with control (CK), (1) Blue calcium, Dr. calcium, blue calcium and soil conditioner, Dr. calcium and soil conditioner, and organic fertilizer and grow grass treatments can significantly improve the quality of fruits, especially organic fertilizer and grow grass was the best. For organic fertilizer and grow grass treatment, the

single fruit mass, fruit firmness, protein, crude fiber, total sugar, fructose, glucose, total flavone, vitamin C, vitamin B₁ and vitamin B₂ increased by 16.27%, 10.07%, 32.14%, 32.41%, 35.96%, 16.73%, 23.12%, 31.72%, 17.70%, 45.87% and 45.75%. (2) Dr. calcium, blue calcium and soil conditioner, Dr. calcium and soil conditioner, and organic fertilizer and grow grass treatments can effectively increase the yield of 'Youhou' persimmon, and yield per 667 m² increased 228.2 kg, 389.05 kg, 500.5 kg and 695.35 kg compared with control. (3) The inhibiting effects of blossom-end rot showed that the best treatments were blue calcium and soil conditioner, Dr. calcium and soil conditioner, and the control rate reached 58.5%. We suggested that organic fertilizer and grow grass combined with appropriate calcium could be as an efficient fertilization practice to improve the quality and prevent the blossom-end rot of persimmon.

Key words Calcium; Soil conditioner; Organic fertilizer; Grow grass; 'Youhou' persimmon; Quality; Blossom-end rot

Received 2018-01-24

Returned 2018-03-20

Foundation item The Germplasm Conservation Project of Ministry of Agriculture (No. 2017NWB035); National Crop Germplasm Resource Sharing Service Platform (No. NICGR2017-50); Science and Technology Research and Development Program of Shaanxi Province (No. 2016KTTSNY01-02, No. 2016KTTSNY01-06).

First author JING Zhaobin, male, Ph.D, assistant research fellow. Research area: fruit breeding and cultivation. E-mail: jingzhaobin@nwsuaf.edu.cn

Corresponding author RUAN Xiaofeng, female, master, associate professor. Research area: fruit breeding and cultivation. E-mail: xf.ruan@nwsuaf.edu.cn

(责任编辑: 潘学燕 Responsible editor: PAN Xueyan)