

施肥处理对桃溪蜜柚养分吸收·产量及品质的影响

戴祥生¹, 赵晓东¹, 张绩², 罗辉¹, 黎鑫林¹, 刘江华¹, 易时来^{2*}

(1. 井冈山农业科技园管理委员会, 江西吉安 343016; 2. 西南大学柑桔研究所/中国农业科学院柑桔研究所, 重庆 400712)

摘要 为探明不同施肥处理对桃溪蜜柚养分吸收、产量及品质的影响, 设置5个不同施肥处理, 以7~8年生桃溪蜜柚为试材, 分别对不同处理试验树的养分吸收、产量和品质进行调查分析。结果表明, 与对照相比, 有机肥对桃溪蜜柚叶片生长、养分含量、果实产量及品质等均有一定促进作用; 推荐施肥处理在多项观测指标上表现更好。

关键词 有机肥; 桃溪蜜柚; 养分吸收; 产量; 品质

中图分类号 S666.3 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2019)21-0148-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.21.044



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effects of Fertilizer Treatment on Nutrient Absorption, Yield and Quality of Taoxi Pomelo

DAI Xiang-sheng¹, ZHAO Xiao-dong¹, ZHANG Ji² et al (1. Jinggangshan Agricultural Science and Technology Park Management Committee, Ji'an, Jiangxi 343016; 2. Citrus Research Institute, Southwest University, Citrus Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Chongqing 400712)

Key words In order to investigate the effects of different fertilization treatments on nutrient absorption, yield and quality of Taoxi pomelo, five different fertilization treatments were set up. The results showed that compared with the control group, organic fertilizer could promote leaf growth, nutrient content, fruit yield and quality of Taoxi pomelo. The recommended fertilizer treatment performed better in multiple observation indexes.

Key words Organic fertilizer; Taoxi pomelo; Nutrient absorption; Production; Quality

井冈蜜柚是吉安地区优势特色果业, 也是吉安地区一项特色富民产业, 经济效益明显, 发展潜力巨大^[1]。但井冈蜜柚种植户在施肥技术方面多依靠经验, 盲目施肥, 土肥水管理粗放, 方法不一, 常出现各种各样的营养元素缺乏或过剩, 造成井冈蜜柚产量不高、品质下降等问题日益突出。为了充分提高肥料利用率, 提升井冈蜜柚产量和品质, 笔者于2017—2018年在井冈山国家农业科技园区蜜柚品种园选择井冈蜜柚品种之一的桃溪蜜柚进行优化配方施肥技术研究, 以期探索出一种行之有效的施肥方案。

1 材料与与方法

1.1 试验材料 供试材料为井冈蜜柚品种之一的桃溪蜜柚。

1.2 试验地概况 试验区域土壤为酸性红壤, 土壤黏性强, 透气性差, 土壤肥力偏低, 有机质含量在 10 g/kg 左右^[2], 土壤速效氮、磷、钾含量分别为 31.6、2.8、38.5 mg/kg, pH 5.6; 桃溪蜜柚于 2010 年移栽定植(树龄为 8 年), 砧木为枳壳, 目前已结果投产 5 年。

1.3 试验设计 共设置 5 个施肥处理, 即不施肥处理(CK)、果农习惯施肥(FP)、优化施肥(OPT)、推荐施肥 1(NE+)、推荐施肥 2(NE++)。每个试验处理对应一行柚树, 每排 10 株, 单株为 1 个重复, 共 10 个重复, 树体长势中庸一致, 其他日常管护统一进行。试验用有机肥见表 1。

基金项目 国家重点研发计划课题(2016YFD0200104, 2018YFD0700602); 重庆市社会事业保障与民生科技创新专项(cstc2016shmszx80006, cstc2017shms-kjfp80036); 吉安市本级科技计划项目(吉财教指[2016]30号)。

作者简介 戴祥生(1975—), 男, 江西永新人, 高级农艺师, 硕士, 从事园艺作物新品种选育、栽培技术研究及示范推广工作。*通信作者, 副研究员, 硕士生导师, 从事柑橘栽培与农业信息技术研究。

收稿日期 2019-02-25

表 1 试验用商品有机肥源信息

Table 1 Organic fertilizer source information of commercial products used in the experiment

序号 No.	有机肥厂商 Organic fertilizer manufacturer	理化性质 Physical and chemical properties	氮磷 钾含量 N, P ₂ O ₅ , K ₂ O content %	有机 质含量 Organic matter content %
1	江西天萌生物科技有限公司	以牛羊等禽畜粪便、食用菌渣、食用油桔饼、甜叶菊、烟草等为主料, 总养分(氮+五氧化二磷+氧化钾)的质量分数(以烘干基计)≥5%, 水分(游离水)含量≤30%	≥6	≥45
2	江西易达生物科技有限公司	以鸡鸭牛羊粪便、烟草渣等为主要原料, 总养分(氮+五氧化二磷+氧化钾)的质量分数(以烘干基计)≥4%, 水分(游离水)含量≤30%	≥5	≥45

一年施肥 3 次, 即第 1 次为春梢萌芽肥, 在 2—3 月施入; 第 2 次为夏季壮果肥, 在 6—7 月施入, 以氮、磷、钾肥为主; 第 3 次为秋季采果肥, 在 10—11 月施入, 以有机肥和磷肥为主。每次施肥在滴水线处挖条状沟, 肥料与土壤拌匀回填。各处理具体的施肥时期与施肥用量见表 2。

1.4 测定项目与方法

1.4.1 土壤、叶片。 9 月, 在试验区域取滴水线下 0~30 cm 土层样品测定土壤养分, 每行采集 3 份重复土壤, “四分法”随机取 1 kg 晾干, 分别过 20 目和 60 目尼龙筛; 每行采集 3 份叶片混合样(春梢第 3 片, 随机取 30~50 片), 清洗后放入烘箱 105 ℃ 杀青 30 min, 再调至 70~80 ℃ 烘 4 h 至恒重, 制样备用^[3]。

制备后的土壤样品分别测定土壤 pH、土壤有机质 (OM)、速效氮磷钾;采用电位法测定土壤 pH,土壤有机质

(OM)通过干烧法(测定 CO₂)测定,速效氮磷钾分别采用碱解扩散法、0.5 mol/L 碳酸氢钠法、火焰光度计法测定。

表 2 桃溪蜜柚优质丰产施肥试验处理(结果树)

Table 2 Fertilization treatment of high quality and high yield of Taoxi pomelo

kg/株

处理 Treatment	施肥种类及施肥量 Type and amount of application fertilizer			年施肥量 Annual fertilizer application
	基肥(2—3月) Basal fertilizer	追肥(6—7月) Topdressing fertilizer	追肥(10—11月) Topdressing fertilizer	
CK	—	—	—	—
FP	3(15-15-15 复合肥)	3(15-15-15 复合肥)	—	N 2;P ₂ O ₅ 2;K ₂ O 2(15-15-15 复合肥 6 kg)
OPT	尿素 1,过磷酸钙 3,硫酸钾 1	尿素 1,过磷酸钙 1,硫酸钾 1	—	尿素 2;过磷酸钙 4;硫酸钾 2
NE+	商品有机肥(5 kg) 尿素 1,过磷酸钙 3,硫酸钾 1	尿素 1,过磷酸钙 1,硫酸钾 1	—	5 kg/株有机肥(3 个养分之和一般 5%,最多可提供 0.25 kg) 尿素 2;过磷酸钙 4;硫酸钾 2
NE++	尿素 1,过磷酸钙 1,硫酸钾 0.5,熟石灰 1	尿素 1,过磷酸钙 1,硫酸钾 1	商品有机肥(10 kg) 硫酸钾 0.5,过磷酸钙 2	有机肥 10 kg/株(3 个养分之和一般 5%,最多可提供 0.5 kg) 尿素 2;过磷酸钙 4;硫酸钾 2

1.4.2 果实。于成熟期(10月)采集果实样品,清点单株个数并称重对应单株的产量(即单株总重),同时采集树体上中下及四周等位置果实 1 个,3 株树为一个混合样品,3 次重复,立即带回实验室测定单果重和果实纵横径等。样品榨汁后采用 PAL-1 数显糖度仪(日本 ATAGO 公司产)测定可溶性固形物含量(TSS);采用 NaOH 中和滴定法测定可滴定酸含量(TA);采用比值法计算固酸比(TSS/TA);采用 2,6-二氯苯酚吡啶酚钠滴定法测定维生素 C 含量^[4-6]。果实测定品质后果皮前处理与叶片相同,同时将果渣与果汁混合打碎搅匀后用于测定含水量,果皮、果肉分别测定氮、磷、钾含量^[7]。

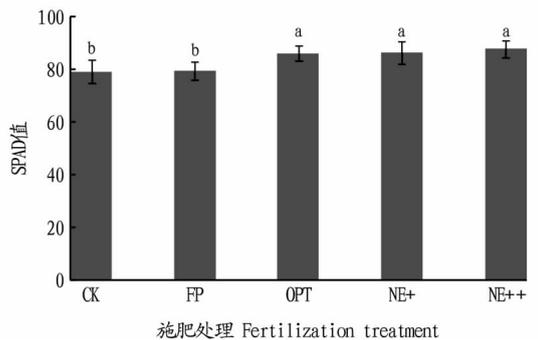
1.5 数据分析 采用 Office excel 2010 软件和 SPSS 19.0 软件对试验数据进行统计分析,采用 Duncan(邓肯法)进行差异性比较^[8]。

2 结果与分析

2.1 施肥处理对桃溪蜜柚养分吸收利用的影响

2.1.1 施肥处理对桃溪蜜柚叶片 SPAD 值的影响。从图 1 可以看出,各施肥处理的桃溪蜜柚叶片 SPAD 值表现为 NE++ > NE+ > OPT > FP > CK,处理 OPT、NE+、NE++ 的叶片 SPAD 值之间差异不显著,但均显著高于 FP 和 CK 处理,NE++ 处理的叶片 SPAD 值分别比 FP、CK 处理高 10.4% 和 10.7%。

2.1.2 施肥处理对桃溪蜜柚叶片氮、磷、钾含量的影响。从表 3 可以看出,各处理的桃溪蜜柚叶片氮含量表现为 NE++ > OPT > FP > NE+ > CK,施肥处理的桃溪蜜柚叶片氮含量均显著高于不施肥的 CK 处理,NE++ 处理的桃溪蜜柚叶片氮含量显著高于 FP、NE+ 处理;桃溪蜜柚叶片磷含量以 NE++ 处理最高,其次是 FP 处理,CK 处理的叶片磷含量最低,此 3 个处理间的叶片磷含量之间差异达显著水平;施肥处理对桃溪蜜柚叶片钾含量的影响规律与磷相似,以 NE++ 处理的叶片钾含量最高,CK 处理的叶片钾含量最低。



注:不同小写字母表示不同处理间差异显著($P < 0.05$)

Note: Different lowercases stand for significant differences between different treatments at 0.05 level

图 1 施肥处理对桃溪蜜柚叶片 SPAD 的影响

Fig. 1 Effects of fertilizer treatment on SPAD of Taoxi pomelo leaves

表 3 施肥处理对桃溪蜜柚叶片氮、磷、钾含量的影响

Table 3 Effects of fertilizer treatment on nitrogen, phosphorus and potassium content of Taoxi pomelo leaves

处理 Treatment	氮含量 N content	磷含量 P content	钾含量 K content
CK	1.95±0.014 c	0.10±0.001 d	1.42±0.013 c
FP	2.50±0.091 b	0.12±0.001 a	1.60±0.006 a
OPT	2.54±0.034 ab	0.10±0.001 cd	1.59±0.007 a
NE+	2.47±0.054 b	0.11±0.002 bc	1.53±0.000 b
NE++	2.62±0.006 a	0.13±0.008 a	1.61±0.003 a

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著($P < 0.05$)

Note: Different lowercases in the same column stand for significant differences between different treatments at 0.05 level

2.1.3 施肥处理对桃溪蜜柚果实养分含量的影响。从表 4 可以看出,桃溪蜜柚果肉中的氮含量以 NE+ 处理最高,其次是 FP 处理,NE++ 处理相对最低;各处理的桃溪蜜柚果肉中磷、钾含量差异均不显著;各处理桃溪蜜柚果皮中的氮含量表现为 NE++ > NE+ > OPT > FP > CK,其中 NE++ 处理的果皮氮含量分别比 FP、CK 处理高 37.3%、73.0%;各处理桃溪

蜜柚果皮中的磷含量与果皮氮含量的规律类似,以 NE++ 处理最高,CK 处理的磷含量相对最低;各处理的桃溪蜜柚果皮

中的钾含量表现为 NE+ > NE++ > OPT > FP > CK,其中 NE+、NE++ 处理的钾含量显著高于 FP、CK 处理。

表 4 施肥处理对桃溪蜜柚果实养分含量的影响

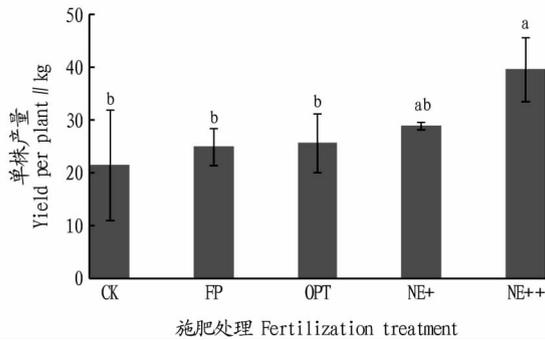
Table 4 Effect of fertilizer treatment on nutrient content of Taoxi pomelo fruits

处理 Treatment	果肉(干基)Pulp			果皮(干基)Pericarp		
	N	P	K	N	P	K
CK	0.75±0.12 c	0.12±0.048 a	1.45±0.268 a	0.62±0.078 d	0.06±0.004 c	0.90±0.073 c
FP	0.92±0.17 a	0.13±0.046 a	1.56±0.368 a	0.79±0.048 c	0.06±0.009 bc	0.85±0.182 c
OPT	0.81±0.16 ab	0.12±0.017 a	1.40±0.431 a	0.88±0.077 bc	0.07±0.019 ab	1.22±0.228 b
NE+	0.94±0.10 a	0.13±0.010 a	1.56±0.124 a	0.97±0.080 ab	0.08±0.012 a	1.50±0.073 a
NE++	0.73±0.08 c	0.13±0.011 a	1.56±0.169 a	1.08±0.166 a	0.08±0.014 a	1.35±0.165 ab

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著($P < 0.05$)

Note: Different lowercases in the same column stand for significant differences between different treatments at 0.05 level

2.2 施肥处理对桃溪蜜柚果实产量的影响 从图 2 可以看出,各处理桃溪蜜柚果实产量表现为 NE++ > NE+ > OPT > FP > CK,其中处理 NE++ 的桃溪蜜柚果实产量最高,平均单株产量为 39.7 kg,分别比 FP、CK 处理高 58.5% 和 84.5%,差异均达显著水平;除 NE++ 处理外,其他处理的桃溪蜜柚单株产量之间差异均不显著。



注:不同小写字母表示不同处理间差异显著($P < 0.05$)

Note: Different lowercases stand for significant differences between different treatments at 0.05 level

图 2 施肥处理对桃溪蜜柚果实产量的影响

Fig. 2 Effect of fertilizer treatment on fruit yield of Taoxi pomelo

2.3 施肥处理对桃溪蜜柚果实品质的影响 从表 5 可以看出,各处理桃溪蜜柚果实可溶性固形物含量表现为 NE++ > FP > NE+ > OPT > CK,各施肥处理间差异均不显著,但均显著高于 CK 处理果实可溶性固形物含量,其中 NE++ 处理果实可溶性固形物含量比 CK 高 47.3%;各处理的桃溪蜜柚果实可滴定酸含量之间差异均不显著,以 NE++ 处理的可滴定酸含量相对最低;桃溪蜜柚果实固酸比施肥处理间无显著差异,但均显著高于 CK 处理,且以 NE++ 处理的固酸比相对较高,达 12.8;桃溪蜜柚果实维生素 C 含量也以 NE++ 处理的相对最高,显著高于 CK 处理;各处理的桃溪蜜柚果实可食率、出汁率均无显著差异。

3 结论与讨论

该研究结果表明,各施肥处理的桃溪蜜柚叶片 SPAD 值表现为 NE++ > NE+ > OPT > FP > CK,各处理桃溪蜜柚叶片氮含量表现为 NE++ > OPT > FP > NE+ > CK;桃溪蜜柚叶片磷、钾含量以 CK 处理最高,FP 处理的叶片磷、钾含量相对最低。桃溪蜜柚果皮中的氮、磷、钾含量表现为 NE++ > NE+ > OPT > FP > CK。

各处理的桃溪蜜柚产量表现为 NE++ > NE+ > OPT > FP > CK。从果实内在品质指标看,桃溪蜜柚果实可溶性固

表 5 施肥处理对桃溪蜜柚果实品质的影响

Table 5 Effect of fertilizer treatment on fruit quality of Taoxi pomelo

处理 Treatment	可溶性固形物 Soluble solids//%	可滴定酸 Titratable acid//%	固酸比 Solid acid ratio	维生素 C Vitamin C//mg/L	可食率 Edible rate//%	出汁率 Juice yield//%
CK	7.3±1.53 b	0.92±0.059 a	8.0±1.709 b	653.3±33.892 c	45.5±1.35 a	28.5±2.20 a
FP	10.7±0.30 a	0.87±0.067 a	12.4±0.709 a	797.3±5.954 b	46.6±2.56 a	32.6±2.56 a
OPT	10.5±0.55 a	0.98±0.115 a	10.9±1.701 a	780.1±51.527 b	44.8±3.30 a	29.8±2.21 a
NE+	10.6±0.23 a	0.96±0.032 a	11.1±0.513 a	740.1±43.328 b	47.3±1.33 a	26.8±7.05 a
NE++	10.8±0.46 a	0.85±0.067 a	12.8±0.458 a	907.9±39.055 a	46.3±1.48 a	32.1±1.02 a

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著($P < 0.05$)

Note: Different lowercases in the same column stand for significant differences between different treatments at 0.05 level

形物含量 NE++ 处理最高,NE++ 处理的可滴定酸含量相对最低,固酸比、维生素 C 含量相对最高。

施肥不仅直接影响果树的生长发育,还影响果树的产量和品质^[9]。生物有机肥既能够增加土壤肥力,改善果树生长环境,又可以提高产量和果实品质,降低病虫害发生概率^[10]。该试验中,通过对各施肥处理的养分吸收利用、果实产量与品质的综合评价可知,NE++ 处理相对最优。由此认

为,优化配方施肥有助于井冈蜜柚优质丰产稳产,可在生产中加以推广。

参考文献

- [1] 曾友平. 吉安市井冈蜜柚生产现状与发展对策[J]. 现代园艺, 2011(6): 25-27.
- [2] 周尔槐, 王忠先, 童菊兰. 红壤丘陵区茶园高标准建设和优质丰产栽培技术措施[J]. 科学种养, 2014(6): 17-19.

(下转第 174 页)

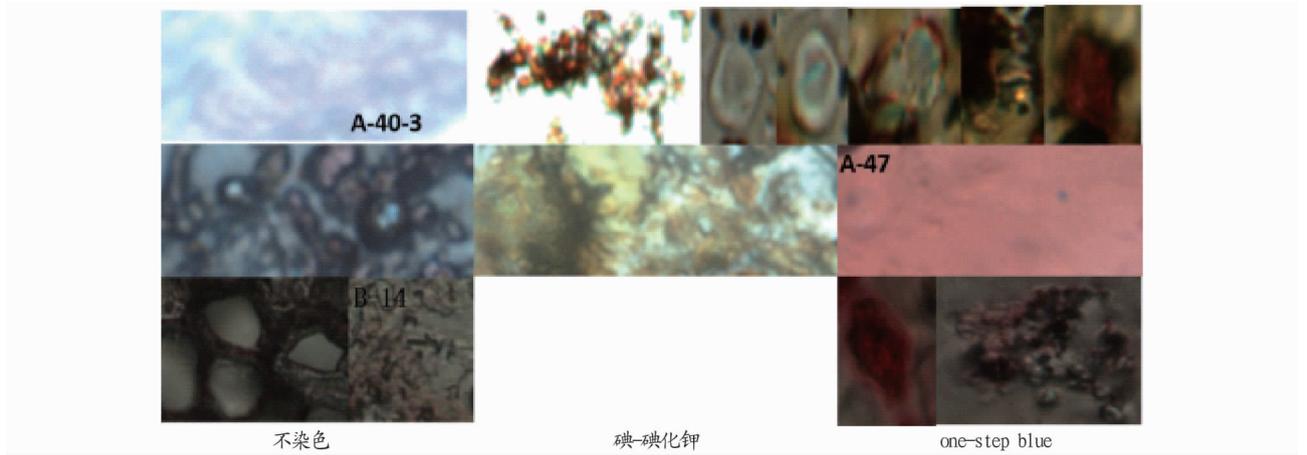


图8 碘-碘化钾和 one-step blue 染色糊粉层细胞成分

Fig. 8 Cell composition of aleurone layer dyed with iodine-potassium iodide and one-step blue

种植过程中,各试验点肥水管理和有害生物防治不同,在农林科学院内基地用井水灌溉,底肥施用复合肥,生育期间追氮肥,人工锄草,在崖城试验站主要靠井水灌溉,磷钾肥作底肥,播种后除草剂封闭,生育期间追氮肥,除草剂除草,房山基地播种前浇底墒水,生育期间依靠降雨,人工锄草;各试验点都进行套袋授粉确保纯度和质量,在籽粒接近成熟的黄熟期收获,环境因素对籽粒糊粉层含量和成分影响不大。玉米湿法加工制备淀粉及副产物的过程,一般采用二氧化硫和乳酸浸泡液浸泡^[11];该试验采用清水浸泡玉米籽粒1 h,去种皮和黑层,然后再取出胚,需一直保持籽粒湿润,软化后才能剥离,晾干。小麦糊粉层含有大量蛋白质和纤维素,蓝粒小麦糊粉层含有花青素^[12],薏苡种子糊粉层细胞内充满大量糊粉粒,糊粉粒含蛋白质和不溶性多糖^[13],水稻种子糊粉层也含有大量蛋白质^[14-16],该研究表明含花青素的玉米糊粉层细胞主要含纤维素、蛋白质和花青素。

参考文献

- [1] 王慧慧,熊飞,王峰,等. 5种谷物胚乳表层细胞的比较研究[J]. 扬州大学学报(农业与生命科学版),2011,32(2):57-63.
- [2] 朱克庆,卢铁宝. 小麦胚芽、糊粉层在主食品中的应用[J]. 粮食加工,2018,43(1):7-9.
- [3] 李栋梁,李小刚,顾蕴洁,等. 不同类型水稻品种胚乳发育的研究[J].

中国农业科学,2014,47(19):3757-3768.

- [4] CHRISPPEELS M J, VARNER J E. Gibberellic acid-enhanced synthesis and release of α -amylase and ribonuclease by isolated barley aleurone layers [J]. *Plant Physiol*,1967,42:398-406.
- [5] 黄立新,张军娜,李余良,等. 黑玉米穗轴色素的分离及组成初探[J]. 食品工业科技,2010,31(2):108-110,113.
- [6] 卢海燕,刘贤金. 种植业生产过程标准体系发展现状与对策建议[J]. 农产品质量与安全,2016(4):18-22.
- [7] 廉亚丽,李祥洲. 农产品质量安全隐患及控制关键环节分析[J]. 中国食物与营养,2012,18(8):12-15.
- [8] 李祥洲. 农产品质量安全十大关系的思考[J]. 农产品质量与安全,2016(4):3-8.
- [9] 扈光辉. 我国农产品安全的现状及发展趋势:以玉米为例[J]. 辽宁农业科学,2014(5):72-74.
- [10] 胡新峰. 无公害农产品青贮玉米高产栽培技术[J]. 农业科技与信息,2014(24):5,8.
- [11] 王瑞娟,刘洁,刘亚伟. 玉米湿法加工生产淀粉的实验室评价[J]. 河南工业大学学报(自然科学版),2017,38(2):44-50.
- [12] 高建伟,刘建中,李滨,等. 蓝粒小麦籽粒糊粉层色素研究初报[J]. 西北植物学报,2000,20(6):936-941.
- [13] 席湘媛,冷梅,叶宝兴. 薏苡种子的糊粉层及亚糊粉层细胞的组织化学和超微结构[J]. 云南植物研究,1995,17(1):55-59.
- [14] 郑岩,陈惠萍. 水稻糊粉层液泡化进程对种子萌发过程细胞程序性死亡的影响[J]. 广东农业科学,2015(9):1-5.
- [15] 郑岩,李江,杨鹏,等. 水稻糊粉层 PCD 过程细胞形态观察[J]. 热带作物学报,2016,37(2):298-303.
- [16] 张鹤婷,肖羽,陈惠萍. OsVPE3 参与 GA、ABA 调节水稻糊粉层细胞程序性死亡的发生[J]. 分子植物育种,2018,16(7):2197-2204.

(上接第150页)

- [3] 温明霞,聂振朋,周鑫斌,等. 三峡重庆库区柑桔园土壤养分变异特征研究[J]. 中国农学通报,2011,27(17):218-222.
- [4] 王贵元,倪丽. 荆州地区6个柑橘品种成熟期果实品质的比较[J]. 天津农业科学,2014,20(1):99-101.
- [5] 孟宪敏,刘明池,季延海,等. 种植密度对封闭式槽培黄瓜产量、品质及光合作用的影响[J]. 北方园艺,2019(9):60-68.
- [6] 黄艳,庞亚卓,肖巧,等. 两种生长调节剂组合处理对‘阳光玫瑰’葡萄果实品质的影响[J]. 中外葡萄与葡萄酒,2019(2):50-53.

- [7] 杨江波,张绩,李俊杰,等. 三峡重庆库区施氮水平对塔罗科血橙树体养分、产量品质及土壤理化性质的影响[J]. 中国农业科学,2019,52(5):893-908.
- [8] 余倩倩,董朝菊,邓烈,等. 新型叶面铁肥对李树叶片营养及光合效率的影响[J]. 中国南方果树,2016,45(2):61-64.
- [9] 陈大超,张兴伦,甘涛,等. 测土配方施肥对长寿沙田柚产量和品质的影响[J]. 南方农业,2011(5):11-14.
- [10] 沈兆敏. 柑橘配合使用生物有机肥有利其优质丰产稳产[J]. 科学种养,2017(6):30-31.