

唐恒朋,李莉婕,杨 珊,等. 氮素施用量对火龙果生长、产量及养分的影响[J]. 江苏农业科学,2017,45(7):139-142.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.07.037

# 氮素施用量对火龙果生长、产量及养分的影响

唐恒朋<sup>1</sup>, 李莉婕<sup>2</sup>, 杨 珊<sup>3</sup>, 李 慧<sup>3</sup>, 岳延滨<sup>2</sup>, 黎瑞君<sup>2</sup>, 钱晓刚<sup>1</sup>

(1. 贵州大学农学院, 贵州贵阳 550025; 2. 贵州省农业科技信息研究所, 贵州贵阳 550006;

3. 贵州省罗甸县农村工作局土肥站, 贵州罗甸 550100)

**摘要:**通过田间试验研究不同氮素水平对红心火龙果生长、产量、养分含量的影响。结果发现,氮肥可以促进火龙果新梢生长,增加果实纵横径。随着施氮量的增加,枝条的新梢生长量、棱厚、直径呈逐渐增加的趋势,且一般新梢生长基数较小的生长量较大些。整个采收期内火龙果果实的纵横径随着施氮量的增加大致呈增加的趋势,表现为  $CN_3 > CN_2 > CN_1 > CN_0$ ; 整个采收期内,火龙果小区产量随着施氮量的增加呈先增加后降低的趋势,在氮水平  $CN_2$  处小区产量取得最大值 50.08 kg,比对照组增产 12.32 kg,增幅 32.63%;氮肥对火龙果氮钾养分的含量影响较大,对磷养分影响较小。氮肥的施用增加了果实中花青素含量,但在一定程度上降低了果实中可溶固形物、总糖、总酚的含量。施氮处理组维生素 C、类黄酮含量随着施氮量的增加大致呈先升高后降低的趋势,均在氮水平  $CN_2$  处理取得最大值分别为 254.4、69.6 mg/kg,分别比对照组分别高 5.60%、6.58%。而不同氮肥处理间有机酸含量变化不大。

**关键词:**氮肥;火龙果;生长;产量;纵横径;品质;养分含量

**中图分类号:** S667.906 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)07-0139-04

火龙果 (*Hylocereus undulatus*) 别称青龙果、红龙果、情人果、吉祥果等,属仙人掌科量天尺属植物<sup>[1-2]</sup>,原产于巴西、墨西哥等中美洲地区,近年来在广西、海南、福建、贵州等省(区)均有引种和推广<sup>[3]</sup>。火龙果富含维生素、胡萝卜素及钙、磷等多种对人体有益的营养元素,具有耐旱、病虫害少、产量高、经济价值高、生态效益好等特点<sup>[4]</sup>,已成为山区人致富与石漠化防治的主要经济树种。火龙果生长发育易受土壤、肥料等多种因素的影响,氮素作为植物生长发育必需的三大养分之一,直接影响细胞分裂和生长。研究表明,植物体内的氮素营养水平可直接或间接影响植物的光合作用,对作物最终产量的贡献可达 40%~50%<sup>[5]</sup>,所以火龙果氮素的研究具有积极意义。目前,有关火龙果的研究报道主要在引种与栽培<sup>[6-7]</sup>、肥料种类和配施<sup>[8-9]</sup>、产品加工<sup>[10-11]</sup>、火龙果营养成分及保健价值<sup>[12-15]</sup>等方面,少有关于火龙果氮肥施用方面的研究报道。本试验研究了不同氮素水平对火龙果生长、产量、养分含量的影响,以期对火龙果合理施肥提供一定的理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

1.1.1 火龙果 选用贵州省柑桔科学研究所培育的火龙果红皮红肉品种。

1.1.2 肥料 采用腐熟的商品有机肥(羊粪,N、P、K 含量分

别为 0.65%、0.5%、0.3%);氮肥为尿素( $N \geq 46\%$ );磷肥为生物磷肥( $P_2O_5 \geq 16\%$ );钾肥为硫酸钾( $K_2O \geq 50\%$ )。

### 1.2 试验地基本情况

试验地位于贵州省罗甸县龙坪镇郎当养殖场邓勇火龙果基地,海拔 473 m,坡度为 25°左右。基地始建于 2009 年 10 月,面积 10 hm<sup>2</sup>,荒坡开平台定植,年降水量 1 176.8 mm,月均温度 19.6 °C,无霜期 335 d,年日照时数 1 509.3 h,总辐射 4 307.394 MJ/m<sup>2</sup>,年积温 77 162.2 °C,大于 10 °C 积温 6 260.9 °C,2011 年开始挂果,目前挂果已进入盛果期。试验土壤为沙质风化红壤,pH 值为 5.42,有机质含量 19.42 g/kg,全氮含量 1.18 g/kg,速效磷含量 6.20 mg/kg,速效钾含量 85 mg/kg。

### 1.3 试验设计与方法

1.3.1 试验设计 试验分  $T_1$  ( $CN_0 + MN$ )、 $T_2$  ( $CN_1 + MN$ )、 $T_3$  ( $CN_2 + MN$ )、 $T_4$  ( $CN_3 + MN$ ) 4 个氮素处理,其中 MN 为有机肥氮,CN 为化肥氮。 $CN_0$ 、 $CN_1$ 、 $CN_2$ 、 $CN_3$  试验处理中尿素施用量分别为 0(不施尿素作对照组)、89.1、127.2、165.3 kg/hm<sup>2</sup>,有机肥 12 210.0 kg/hm<sup>2</sup>,磷肥 136.2 kg/hm<sup>2</sup>,钾肥 145.4 kg/hm<sup>2</sup>。其中有机肥统一作基肥于火龙果枝条发芽前(2014 年 2 月 11 日)开弧形沟施入,于 2014 年 5 月 19 日幼果开始发育时第 1 次施入 50% 氮、磷、钾肥,剩余 50% 于 7 月 22 日第 3 批至第 4 批幼果发育时作追肥第 2 次施入。每个处理 3 次重复,共 12 个小区,随机区组排列。火龙果采用“单柱+篱架”式栽培,桩行距 3 m×3 m,在坡度平缓、整齐、肥力差异较小的地块,选择树势相对一致、同行相邻的 4 桩(每桩 3 株)火龙果为 1 个小区,其他田间管理措施同常规栽培。

### 1.3.2 测定项目与方法

1.3.2.1 生长指标 2014 年 4 月 5 日火龙果枝条开始发芽,5 月 19 日第 1 批幼果发育,到 6 月 6—8 日谢花,7 月 13

收稿日期:2016-02-13

基金项目:国家自然科学基金(编号:31460319)。

作者简介:唐恒朋(1989—),男,山东聊城人,硕士研究生,主要从事土壤肥力与作物生产研究。E-mail:642380680@qq.com。

通信作者:李莉婕,博士,副研究员,从事火龙果水肥技术与推广。E-mail:32051185@qq.com。

日第 1 次采果,10 月 5 日最后 1 次采果,共计采收 11 次。在各处理小区选新生枝条生长观察(2014 年 5 月 27 日至 7 月 7 日),每 10 d 观察 1 次,共计 4 次,共计 41 d。从第 1 批花现蕾时开始统计,每小区选择 3 个各有代表性的火龙果,测量采收时各批次果实纵横径。

1.3.2.2 产量指标 从 2014 年 7 月 13 日第 1 次采果,每隔 14 d 采收 1 次,10 月 5 日第 11 次采果,分别统计各批次小区火龙果产量,从而计算每小区火龙果的最终产量。

1.3.2.3 养分指标 在果实采收末期(2014 年 10 月中旬),每小区任选 1 个果实,分析枝条和果实氮、磷、钾养分和果实可溶性总糖、可溶性固形物、维生素 C、有机酸、花青素、总酚、类黄酮含量。氮磷钾含量分别采用凯氏法、钼钒黄吸光度法、火焰光度法测定;可溶性总糖含量的测定采用铜还原直接滴定法;可溶性固形物含量的测定采用折射仪法;维生素 C 含量的测定采用 2,6-二氯酚靛酚滴定法;有机酸含量的测定采用中和滴定法;花青素、总酚、类黄酮的测定:利用 1% HCl-CH<sub>3</sub>OH 溶液从果蔬组织中提取总酚物质、类黄酮类和花青素,根据总酚物质、类黄酮和花青素的甲醇提取液的吸收光谱特性,取滤液分别于 280,325,600,530 nm 波长处测出其总酚  $D_{280\text{ nm}}$ 、黄酮物质  $D_{325\text{ nm}}$ 、花青素( $D_{530\text{ nm}} - D_{600\text{ nm}}$ )的吸光度,根据标准曲线计算出花青素、总酚和类黄酮的含量。

1.4 数据处理与分析

用 Excel 2007 进行数据统计,用 SPSS 19.0 软件对数据进行方差分析及相关性分析。

2 结果与分析

2.1 不同氮素水平对火龙果生长的影响

2.1.1 不同氮素水平对火龙果枝条生长的影响 由表 1 可知,施氮对火龙果枝条的生长有一定的促进作用。随着施氮量的增加,枝条的新梢生长量、棱厚和直径均呈逐渐增加的趋势,氮肥对新梢生长量的影响大于对棱厚和直径的影响,且一般新梢生长基数较小的生长量较大些。在 CN<sub>3</sub> 处理下各生长指标均取得最大值,生长量为 61.00 cm,日均生长量为 1.49 cm/d,棱厚 3.85 mm,直径 45.52 mm,比同期对照组分别高 101.12%、101.35%、33.68%、13.89%。这可能与火龙果的需肥特性和枝条生长特性等因素有关。火龙果茎枝伸长生长到一定程度就会停止,侧棱开始增厚生长,进入茎的充实老熟阶段,为抽生叶芽和花芽储备养分。而新梢生长基数越大,可生长量越小,日均生长量越小。施氮过多,会导致火龙果分枝数增加,消耗过多的养分。因此,开花坐果前期氮肥不宜施入过多。

表 1 不同氮素水平下火龙果枝条的生长性状

处理	新梢生长 基数(cm)	新梢总长 度(cm)	日均生长 量(cm/d)	生长量均 值(cm)	棱厚 (mm)	直径 (mm)
CN <sub>0</sub>	81.67	112.00	0.74b	30.33b	2.88c	39.97d
CN <sub>1</sub>	99.67	138.67	0.96b	39.33b	3.15b	42.22c
CN <sub>2</sub>	83.67	129.67	1.12ab	46.00ab	3.18b	43.53b
CN <sub>3</sub>	82.00	143.00	1.49a	61.00a	3.85a	45.52a

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ )。下同。

2.1.2 不同氮素水平对火龙果果实纵横径的影响 由图 1、图 2 可以看出,施氮可以增加果实的纵横径。随着施氮量的

增加,在整个采收期内火龙果果实的纵横径大致呈增加的趋势,表现为  $CN_3 > CN_2 > CN_1 > CN_0$ 。在氮水平 CN<sub>3</sub> 处纵横径平均取值分别为 8.31、7.47 cm,比对照组分别高 9.49%、4.33%。随着采收次数的增多,火龙果的纵横径呈减小趋势。7 月中旬第 2 次追肥前,各批次火龙果在氮水平 CN<sub>1</sub> 处纵横径较大,均比对照组高,同批次各处理间火龙果横径差异不明显。追肥后,即第 6、第 7 批火龙果采收时的纵横径显著增加,火龙果纵横径在氮水平 CN<sub>3</sub> 处较大,且氮素对纵径影响大于横径,说明氮素主要影响果实的纵向发育。采收期由于果实的不断输出,火龙果对养分的需求量急剧增加,养分缺乏导致火龙果纵横径不断下降。第 2 次追肥后火龙果纵横径显著增加。此外,氮肥可以促进早期侧棱增厚,为花果分化储备养分,因此 CN<sub>3</sub> 处理火龙果纵横径较大。

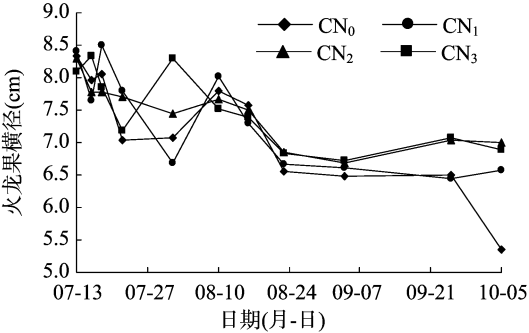


图 1 不同氮素水平下各批次火龙果横径

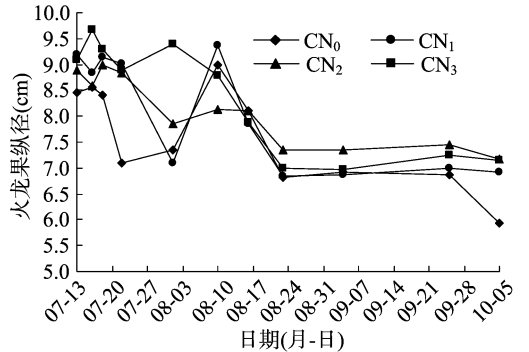


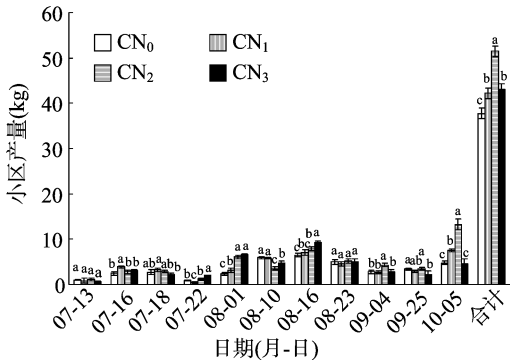
图 2 不同氮素水平下各批次火龙果纵径

2.2 不同氮素水平对火龙果产量的影响

由图 3 可以看出,施氮可以增加产量。随着施氮量的增加,整个采收期内火龙果产量呈先增加后降低的趋势,产量依次为  $CN_2 > CN_3 > CN_1 > CN_0$ 。在氮水平 CN<sub>2</sub> 处取得最大值,为 50.08 kg,比对照组增产 12.32 kg,增幅为 32.63%。在第 2 次追肥前即第 2、第 3 批采收时,CN<sub>1</sub> 处理火龙果产量较高。此后,在 7 月 22 日和 8 月 1 日 2 次采收时 CN<sub>1</sub> 处理产量急剧下降,可能与采收期养分供应不足有关。第 2 次追肥后,初期氮水平 CN<sub>3</sub> 处理的产量要稍高于 CN<sub>2</sub> 处理,但两者差异不大。后期,CN<sub>2</sub> 处理火龙果产量远高于其它各处理。结合火龙果纵横径,为提高产量第 1 次追肥量以 CN<sub>1</sub> 为参考,第 2 次追肥量以 CN<sub>2</sub> 为参考,相应的氮肥追肥时期可以提早一些。

2.3 不同氮素水平对火龙果养分的影响

2.3.1 不同氮素水平对火龙果 N、P、K 含量的影响 由图 4、图 5 可知,氮肥对火龙果枝条和果实氮钾养分含量有不同程



同一日期图柱上不同小写字母表示差异达显著( $P<0.05$ )水平  
图3 各处理小区火龙果批次采收量

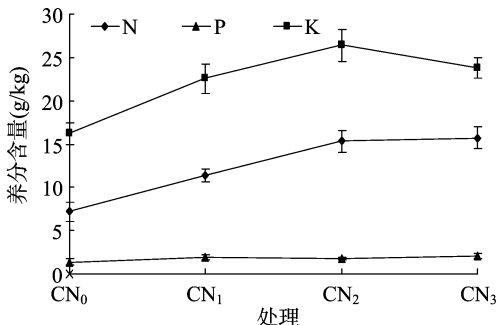


图4 火龙果枝条养分含量

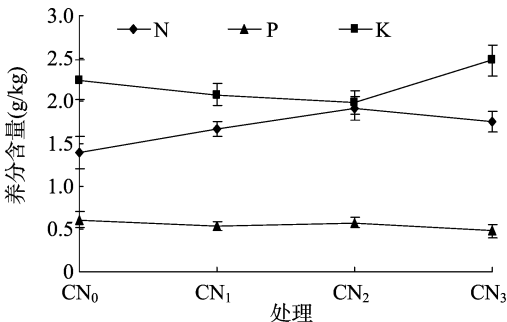


图5 火龙果果实养分含量

增加后降低,表现为  $CN_2 > CN_3 > CN_1 > CN_0$ ,氮含量先增加后趋于稳定,表现为  $CN_3 > CN_2 > CN_1 > CN_0$ 。其中,施肥处理组氮水平  $CN_2$ 、 $CN_3$  处氮含量分别为 15.3、15.7 g/kg,钾含量分别为 26.38、23.81 g/kg;与对照处理相比,氮含量分别提高 112.50%、118.06%,钾含量分别提高 62.94%、47.07%。说明增施氮肥对枝条的全氮含量的提高效果显著,同时可以促进枝条对钾的吸收;对果实而言,随着施氮量的增加,氮含量先增加后降低,表现为  $CN_2 > CN_3 > CN_1 > CN_0$ ,在氮水平  $CN_2$  处取得最大值(1.92 g/kg),较对照组增加 37.14%;果实的钾含量先降低后增加,表现为  $CN_3 > CN_0 > CN_1 > CN_2$ ,在氮水平  $CN_3$  处取得最大值(2.48 g/kg),比对照组增加 10.22%。这可能与火龙果在不同氮素水平下的产量和养分分配有关。

2.3.2 不同氮素水平下火龙果品质分析 可溶性固形物是指溶解于水的化合物的总称,维生素 C 可以增强免疫力,促进胶原蛋白的形成,是人类必需营养元素,主要来源于新鲜果蔬。果实及其加工品的风味主要决定于糖分和有机酸的比例。酚类物质、类黄酮类<sup>[16-17]</sup>、花青素<sup>[18]</sup>等植物次生代谢产物,与果蔬的色泽发育、品质和风味形成等作用密切相关,对果蔬的贮藏、加工具有重要影响。由表 2 可知,不同氮肥处理下火龙果的营养成分有一定的差异。随着施氮量的增加,可溶固形物和总糖含量均呈现出先降低后升高的趋势,均比对照组低,表现为可溶固形物含量  $CN_0 > CN_3 > CN_1 > CN_2$ ,总糖含量  $CN_0 > CN_1 > CN_3 > CN_2$ 。这可能是火龙果的批次采收,养分供应不足导致可溶固形物和总糖含量降低;施氮处理组维生素 C、类黄酮含量大致呈先升高后降低的趋势,均在氮水平  $CN_2$  处取得最大值,分别为 254.4、69.6 mg/kg,分别比对照组高 5.60%、6.58%;总酚含量随着施氮量的增加呈下降趋势,其中处理组氮水平  $CN_1$ 、 $CN_2$ 、 $CN_3$  比对照组低 9.17%、13.27%、24.50%。花青素含量呈现出先增加后降低趋势,表现为  $CN_2 > CN_1 > CN_3 > CN_0$ ,在氮水平  $CN_2$  处取得最大值(30.38 mg/g),比  $CN_1$ 、 $CN_3$  处理下高 26.79%、41.37%;而不同氮肥条件下有机酸含量变化不大。糖酸比表现为  $CN_1 > CN_0 > CN_3 > CN_2$ ,可以看出氮肥可以明显影响火龙果的风味。结合产量等因素,虽然氮肥可以增加火龙果产量,但在一定程度上降低了果实部分品质。因此,在实际生产栽培中可以以氮水平  $CN_1$  或  $CN_2$  为参考,根据实际需要确定合理的施肥量。

表 2 不同氮素水平下火龙果品质分析

处理	可溶性固形物含量(%)	总糖含量(%)	维生素 C 含量(mg/kg)	有机酸含量(%)	总酚含量(mg/kg)	类黄酮含量(mg/kg)	花青素含量(mg/g)	糖酸比
$CN_0$	14.1a	7.89a	240.9ab	0.18a	468.6a	65.3b	20.74c	43.83ab
$CN_1$	12.9b	7.80a	223.5b	0.15a	425.6b	55.4d	23.96b	52.00a
$CN_2$	12.2c	6.17b	254.4a	0.19a	406.4b	69.6a	30.38a	32.47c
$CN_3$	13.0b	6.32b	181.7c	0.18a	353.8c	59.6c	21.49c	35.11bc

3 结论与讨论

火龙果枝条的养分状况可以影响到后期叶芽、花芽分化和果实的形成,新梢生长量、直径和棱厚是衡量枝条的生长状况的主要指标。火龙果果实的纵横经决定果形指数,果形指数是商品果实外观品质的重要指标之一<sup>[19]</sup>。随着施氮量的增加,枝条的新梢生长量、棱厚、直径呈逐渐增加的趋势,且氮

肥水平对新梢生长量的影响大于对棱厚和直径的影响。这可能与火龙果茎枝伸长生长到一定程度就会停止,侧棱开始增厚生长,进入茎的充实老熟阶段,为抽生叶芽和花芽储备养分有关。在整个采收期内火龙果果实的纵横径随着施氮量的增加大致呈增加的趋势,表现为  $CN_3 > CN_2 > CN_1 > CN_0$ ,但不同处理间差异不大,均在氮水平  $CN_3$  处取得最大值(8.31、7.47 cm)。随着采收次数的增加,果实的纵横径呈减小趋

势,追肥后火龙果纵横径显著增加,可见采收期由于果实的不断输出,火龙果对养分的需求量急剧增加,养分缺乏导致果实纵横径下降。

聂大杭等认为,增施氮肥可以显著提高番茄的产量,番茄果实中的 N、P、K 含量,番茄果实与茎叶中 N、P、K 养分的比值,但对番茄的茎叶影响不明显<sup>[20]</sup>。胡强等认为,增施氮肥能显著增加玉米籽粒产量、植株和籽粒的全氮含量,而对玉米籽粒的全钾、全磷含量影响不大,但降低了植株全磷的含量<sup>[21]</sup>。由于火龙果是喜钾植物,收获过程为分批次采收,果实和枝条的养分含量与上述研究略有差异。本试验条件下,整个采收期内火龙果产量随着施氮量的增加呈先增加后降低的趋势,在氮水平  $CN_2$  处理取得最大值 (50.08 kg),表现为  $CN_2 > CN_3 > CN_1 > CN_0$ 。氮肥水平对火龙果氮钾养分的含量影响较大,对磷养分影响较小。增施氮肥可以显著增加枝条的氮、钾含量,果实中氮含量随着施氮量的增加呈先增加后降低,而钾含量呈先降低后增加,分别表现为  $CN_2 > CN_3 > CN_1 > CN_0$ 、 $CN_3 > CN_0 > CN_1 > CN_2$ 。可能原因是在氮水平  $CN_2$  下火龙果产量较高,由于果实的不断输出,钾素消耗量急剧增加,钾素不足导致果实中钾含量降低,所以氮水平  $CN_2$  下钾含量较低。李润唐等研究表明火龙果是高钾植物,火龙果吸收的钾素较多,应特别重视钾肥的使用。此外,还可能与不同氮素条件下养分运输、分配和各器官养分的同化能力有关<sup>[22]</sup>。闵炬等研究表明,减氮可以增加番茄和黄瓜维生素 C、可溶性糖含量,随着氮肥用量增加,黄瓜维生素 C 含量、可溶性糖含量有降低趋势<sup>[23]</sup>。韩宝吉等认为,适量的氮肥会增加水稻产量,氮肥优化施用还可以改善稻米的营养品质<sup>[24]</sup>。一定范围内,施用氮肥可显著提高果实品质。随着施氮量的增加,火龙果果实可溶固形物和总糖含量均呈现出先降低后升高的趋势,表现为:可溶固形物含量,  $CN_0 > CN_3 > CN_1 > CN_2$ ;总糖含量,  $CN_0 > CN_1 > CN_3 > CN_2$ 。施氮处理组维生素 C、类黄酮和花青素含量大致为先升高后降低的趋势,总酚含量随着施氮量的增加呈下降趋势,而不同氮肥条件下有机酸含量变化不大。结合产量等因素,虽然氮肥可以增加火龙果产量,但在一定程度上降低了果实部分品质。因此,在实际生产栽培中为实现火龙果的优质高产,火龙果开花坐果期不宜施太多的氮,采收期可以适度增加施肥量,第 1、第 2 次追肥量以  $CN_1$ 、 $CN_2$  为参考,相应地氮肥追肥时期可以提早一些。

#### 参考文献:

- [1] 甘秀海,王 瑞,赵 超,等. 火龙果不同发育期果实营养成分的动态变化[J]. 贵州农业科学,2012,40(7):176-177.
- [2] 王 壮,王立娟,蔡永强,等. 火龙果营养成分及功能性物质研究进展[J]. 中国南方果树,2014,43(5):25-29.
- [3] 金吉芬,刘 涛,邓仁菊. 5 个白肉火龙果品种(系)果实品质分析[J]. 贵州农业科学,2010,38(6):202-203,206.
- [4] 陈丽娜,陈 石,李润唐,等. 红肉火龙果与白肉火龙果品质分析[J]. 中国南方果树,2011,40(4):69-70.
- [5] 陈雅君,闫庆伟,张 璐,等. 氮素与植物生长相关研究进展[J]. 东北农业大学学报,2013,44(4):144-148.
- [6] 汪 葵,叶晓燕. 脐橙皮再利用研究[J]. 天津化工,2007,21(4):40-42.
- [7] 黄爱萍,姜 帆,高惠颖,等. 我国大陆火龙果引种栽培与利用现状[J]. 台湾农业探索,2005(4):44-45.
- [8] 李兴忠,范建新,邓仁菊,等. 氮磷钾肥配施对火龙果产量及品质的影响[J]. 贵州农业科学,2012,40(2):56-60.
- [9] 林永生. 盐碱地火龙果施用不同肥料对其生长及结果的影响[J]. 现代农业科技,2013(1):73-74,76.
- [10] 郑旭熙,殷钟意,洪 燕,等. 从橙皮中提取香精油的工艺条件研究[J]. 天然产物研究与开发,2003,15(6):528-530,535.
- [11] 张鸿发,励建荣,周 勤,等. 从柑橘皮中提取果胶的工艺研究[J]. 食品科技,2000(6):67-68.
- [12] 王 彬,郑 伟,李兴忠,等. 不同品种(系)火龙果果实中氨基酸含量及组成分析[J]. 江苏农业科学,2012,40(3):283-286.
- [13] Stintzing F C, Schieber A, Carle R. Betacyanins in fruits from red-purple pitaya, *Hylocereus polyrhizus* [J]. Food Chemistry, 2002, 77(1):101-106.
- [14] Nomura K, Ide M, Yonemoto Y. Changes in sugars and acids in pitaya (*Hylocereus undatus*) fruit during development [J]. Journal of Horticultural Science & Biotechnology, 2005, 80(6):711-715.
- [15] 郭长江,徐 静,韦京豫,等. 我国常见水果类黄酮物质的含量[J]. 营养学报,2008,30(2):130-135.
- [16] 纵 伟,刘艳芳,白新鹏. 火龙果的营养保健成分及加工[J]. 中国食物与营养,2007(10):46-48.
- [17] 郭璇华,戴文娟,梁 博,等. 分光光度法测定火龙果茎中黄酮类化合物的含量[J]. 中国食品添加剂,2010(2):210-213,228.
- [18] 马冰雪,潘 腾,任中清,等. 火龙果果皮花青素提取工艺研究[J]. 北京农业,2013(12):213-214,215.
- [19] 常源升. 苹果果形性状遗传分析与 QTL 定位[D]. 北京:中国农业大学,2014:47-48.
- [20] 聂大杭,梁 青,张艳龙,等. 不同氮肥用量对番茄养分含量、分布及产量的影响[J]. 内蒙古农业大学学报(自然科学版),2015,36(2):31-34.
- [21] 胡 强,康平德,鲁 耀,等. 施氮量对玉米产量、养分吸收量及土壤无机态氮的影响[J]. 西南农业学报,2012,25(5):1730-1733.
- [22] 李润唐,张映南,黄应强,等. 火龙果矿质营养元素分布[J]. 中国南方果树,2010,39(1):47-48.
- [23] 闵 炬,施卫明. 不同施氮量对太湖地区大棚蔬菜产量、氮肥利用率及品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2009,15(1):151-157.
- [24] 韩宝吉,曾祥明,卓光毅,等. 氮肥施用措施对湖北中稻产量、品质和氮肥利用率的影响[J]. 中国农业科学,2011,44(4):842-850.