

增施钾肥对大棚蟠桃品质及营养生长的影响

郭磊, 张斌斌, 宋宏峰, 马瑞娟*, 严娟, 汪晨雨

(江苏省农业科学院园艺研究所/江苏省高效园艺作物遗传改良重点实验室, 南京 210014)

摘要: 该研究以蟠桃品种‘金霞蟠桃’和‘玉霞蟠桃’为试材, 分别在2个品种成熟前3周(3W)、2周(2W)和1周(1W)每树环施钾肥(K_2O) 1 000 g, 比较不同时期施肥处理蟠桃果实外观品质、内在品质以及营养生长的变化。结果表明: (1) 在蟠桃果实成熟前2W和3W尤其是2W施用钾肥, 蟠桃果实单果重和体积总体较大, ‘金霞蟠桃’2W处理果实单果重、横径和侧径分别显著高于1W处理 11.48%、3.51%和3.03%, ‘玉霞蟠桃’2W处理则分别显著高于1W处理 56.86%、14.97%和3.67%; (2) 不同时期增施钾肥对‘玉霞蟠桃’果实颜色的变化影响总体较小, ‘金霞蟠桃’2W和3W处理果实的 a^* 值分别显著高于1W处理 55.02%和44.49%, 但2W和3W处理之间差异不显著; (3) 增施钾肥后, 2个蟠桃品种果实可溶性固形物含量、蔗糖含量从高到低依次为2W>3W>1W, 可溶性糖总量大小也依次为2W>3W>1W, 但2W和3W处理间差异不显著; 不同时期增施钾肥对2个蟠桃品种果实有机酸总量和枝叶营养生长总体影响不大。研究认为, 在蟠桃果实成熟前2周左右施用钾肥, 成熟时果实体积、单果重增大, 果肉可溶性固形物、蔗糖、可溶性总糖含量以及糖酸比高, 果实综合品质得到有效改善, 但增施钾肥过早或过晚都无法达到最佳效果。

关键词: 蟠桃; 钾肥; 施肥期; 果实品质

中图分类号: Q945.6⁺5

文献标志码: A

Effect of Potassium Fertilizer Application on Fruit Quality and Vegetative Growth of Flat Peach

GUO Lei, ZHANG Binbin, SONG Hongfeng, MA Ruijuan*, YAN Juan, WANG Chenyu

(Institute of Horticultural, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences/Jiangsu Key Laboratory of Horticultural Crop Genetic Improvement, Nanjing 210014, China)

Abstract: Potassium fertilizer was applied on flat peach cultivars ‘Jinxia Pantao’ and ‘Yuxia Pantao’ at three weeks (3W), 2 weeks (2W) and one week (1W) before fruit maturation, respectively. The appearance quality, internal quality and vegetative growth weight were analyzed. The results showed that: (1) the fruit volume and single fruit weight were significantly increased upon the application of potassium fertilizer at 2 weeks before maturation (2W). The single fruit weight, cheek diameter and suture diameter of ‘Jinxia Pantao’ with potassium fertilizer application at 2 weeks before maturation (2W) were 11.48%, 3.51% and 3.03% higher, respectively than that of 1W. The single fruit weight, cheek diameter and suture diameter of ‘Yuxia Pantao’ with treatment of 2W were 56.86%, 14.97% and 3.67% higher, respectively than that of 1W. (2) Potassium application had minor effect on fruit color of ‘Yuxia Pantao’, but significantly increased a^* value of ‘Jinxia Pantao’. The a^* values of ‘Jinxia Pantao’ with treatment of 2W and 3W were significantly higher than that of 1W, which were increased by 55.02% and 44.49%, respectively. (3) Soluble solid

收稿日期: 2015-05-26; 修改稿收到日期: 2015-09-24

基金项目: 江苏省农业科技自主创新资金[CX(14)2015]

作者简介: 郭磊(1984—), 男, 硕士, 助理研究员, 主要从事果树栽培生理研究。E-mail: guolei_92@163.com

* 通信作者: 马瑞娟, 研究员, 主要从事果树栽培育种研究。E-mail: marj311@163.com

content, sucrose and soluble sugar of 'Jinxia Pantao' and 'Yuxia Pantao' were all in sequence of $2W > 3W > 1W$, but there was no significant difference in soluble sugar content between 2W and 3W. By contrast, potassium application had minor effect on accumulation of total acid and vegetative growth both in 'Jinxia Pantao' and 'Yuxia Pantao'. These results indicate that the optimum period of potassium fertilizer application was at 2 weeks before maturation.

Key words: flat peach; potassium fertilizer; period of fertilizer application; fruit quality

蟠桃 (*Prunus persica* var. *compressa*) 果形扁平, 可食比例高, 是桃的一个变种。因多数品种风味甜而多汁, 深受消费者喜爱^[1]。近年来蟠桃在国内市场走俏, 且越来越表现出作为特色水果的市场潜力^[2]。中国南方地区, 在蟠桃果实发育和成熟期间高温多雨, 蟠桃露地栽培病虫害严重且常出现裂果现象, 因而南方蟠桃种植较多选用避雨栽培。但蟠桃在避雨生产中容易出现口味偏淡, 着色困难的现象, 并已成为阻碍设施蟠桃优质高效生产的难题。究其原因, 除了设施内光照相对不足外^[3-4], 肥料使用不科学造成土壤酸化、矿质营养失衡等也是不争的事实^[5-6]。因此, 研究如何在设施栽培中通过合理使用肥料来提高蟠桃品质显得尤为重要。

钾素在植物体内能激活各种酶的活化, 促进光合作用, 提高作物抗性^[7-9]。同时在促进果实成熟、提高果实品质方面也起着极其重要的作用^[10]。在果树年生长周期中, 单施钾肥或与氮、磷肥配施, 或叶面喷施, 均能获得不同程度的增产优质作用^[11]。生产中很多产区会在果实成熟前习惯性增施钾肥, 然而, 不同生长时期蟠桃的需钾特性可能是不同的, 但目前关于不同时期增施钾肥的效果研究很少。因此, 本研究以设施栽培蟠桃为试材, 探讨不同生长时期增施钾肥对蟠桃果实品质及营养生长的影响, 以期生产中合理施肥、科学追施钾肥提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 材料与处理

试验于 2013~2014 年在江苏省农业科学院溧水基地大棚内进行。2013 年初选钾肥浓度和使用时期, 施用时期为硬核期和第二次迅速生长期, 钾肥用量为每棵树 500、750、1 000 和 1 250 g, 2013 年初选结果显示, 在蟠桃果实第二次迅速生长期施用 1 000 g 钾肥果实综合表现较好。本文试验主要在 2014 年实施, 试验品种分别为‘金霞蟠桃’和‘玉霞蟠桃’, 均为 5 年生, 树形为两主枝开心形, 落花后 5 周左右根据树体大小疏果, 至留果量基本一致, 每处理 3 棵树。

根据物候期, 本试验将处理时期全部设定在第二次迅速生长期这一时间段内。分别在 2 个品种成熟前 3 周 (3W)、2 周 (2W) 和 1 周 (1W) 每棵树环施钾肥 (K_2O) 1 000 g, 之后浇水。果实成熟时随机选取树冠外围 30 个果实以作测定样品, 每重复 10 个果。果实采收后各处理随机采取树冠外围成熟叶片 30 片, 测定叶片面积和比叶重。落叶后各处理随机选取 30 根一年生枝条测量新梢长度和粗度。3 次重复。

1.2 测定指标及方法

1.2.1 单果重和果实大小 使用分析天平测定果实单果重, 并用游标卡尺测定果实的纵径、横径、侧径。

1.2.2 果实颜色指标 用 HunterLab Color Quest XE 色差计 (Hunter Associates Laboratory Inc, USA) 测定, 共测 4 个点 (腹部、背部、两个侧面) 的色泽。其中 L^* 表示颜色的亮度, 取值范围为 $[1, 100]$, a^* 、 b^* 表示颜色组分, 取值范围为 $[-60, 60]$, a^* 值为红绿色差指标 (正值代表红色程度, 正值越大, 红色越深; 负值代表绿色程度, 负值越小, 绿色越深); b^* 值为黄蓝色差指标 (正值代表黄色程度, 正值越大, 黄色越深; 负值代表蓝色程度, 负值越小, 蓝色越深)。利用 a^* 和 b^* 值可以计算出色调角 (hue angle, h°), $h^\circ = \arctangent b^* / a^*$, (h° 为综合颜色指标, 从 0 至 180 依次为紫红、红、橙、黄、黄绿、绿、蓝绿色。其中, $h=0$ 为紫红色; $h=90$ 为黄色; $h=180$ 为蓝绿色)。

1.2.3 果实硬度 在果实缝合线两侧中部用 TA.XT.Plus 型质构仪测定果皮硬度和果肉硬度, 探头直径 8 mm, 测试深度 5 mm, 贯入速度 1 mm/s。

1.2.4 果实可溶性固形物含量 果实带皮、去皮硬度测定完成后, 取测定硬度的 2 个点处果肉的汁液用 ATAGO 便携数显折光仪 PAL-1 测定可溶性固形物含量。取 2 个点的平均值作为每个果实的可溶性固形物含量。

1.2.5 果实糖、酸组分 利用高效液相色谱仪 (Agilent 1100), 参照沈志军等^[12]的方法进行果肉

蔗糖、葡萄糖、果糖、山梨糖醇、苹果酸、奎尼酸和柠檬酸含量的测定。

1.2.6 枝叶形态指标 新梢长度、新梢粗度用常规测量法获得;采用激光叶面积测定仪(美国 CAD CI-203)测定叶面积;用打孔烘干法测比叶重。

1.3 数据处理方法

本试验采用完全随机区组设计,试验数据分析采用 DPS 3.01 软件,作图采用 Excel 软件(Microsoft 2010,美国)。

2 结果与分析

2.1 增施钾肥对蟠桃单果重和果实大小的影响

由表 1 可知,成熟前不同时期施用钾肥,2 个蟠桃品种单果重和果实体积在处理间均表现出较大差异。首先,2 个品种单果重均以果实成熟前 2W 施用钾肥最大,3W 处理次之,1W 处理最小;‘金霞蟠桃’和‘玉霞蟠桃’2W 处理单果重较相应 1W 处理分别显著增加了 11.48%和 56.86%,而‘玉霞蟠桃’2W 处理单果重又较其相应 3W 处理显著增加了 19.39%。其次,在果实体积方面,‘金霞蟠桃’2W 处理果实横径和侧径分别显著高于相应 1W 处理 3.51%和 3.03%,3W 处理侧径也显著高于相应 1W 处理 3.93%,而其纵径在处理间无显著差异;

‘玉霞蟠桃’2W 处理果实纵、横、侧径都分别比 1W 显著高出 14.29%、14.97 和 3.67%,其 3W 处理果实纵径和横径也显著高于相应 1W 处理,而侧径却又显著低于 1W 处理。可见,在蟠桃成熟前 2W 施用钾肥对其果实生长的促进作用最佳。

2.2 增施钾肥对蟠桃果面色泽参数的影响

在蟠桃果实成熟的过程中,随着果皮颜色由绿色转为红色,各色泽指标也在变化,但是品种间和不同钾肥处理间果实颜色指标的变化存在差异(表 2,图 1)。其中,‘金霞蟠桃’果实成熟时的 L* 值在各时期施用钾肥处理间无明显差异;其 a* 值随着果皮颜色加深而逐渐升高,至果实成熟时 2W 和 3W 处理分别显著高于 1W 处理 55.02%和 44.49%;同时,2W 和 3W 处理果实 b* 值和 h°都不同程度显著低于 1W 处理,但 2W 和 3W 之间差异不显著;相比较而言,‘玉霞蟠桃’果实颜色受到不同时期增施钾肥处理的影响总体较小(图 1),只有 2W 和 3W 处理的 L* 值比 1W 处理有显著提高,其它颜色指标则在处理间变化不显著。可见,在不同时期钾肥处理下,‘金霞蟠桃’果实颜色变化受到的影响更大,尤其是 a*、b* 和 h°值反应更为明显,而‘玉霞蟠桃’果实颜色受影响较小。

表 1 不同钾肥处理蟠桃的单果重和体积

Table 1 The fruit weight and fruit size of flat peach with different potassium treatments

品种 Cultivar	处理 Treatment	单果质量 Fruit weight/g	纵径 Length diameter/cm	横径 Cheek diameter/cm	侧径 Suture diameter/cm
金霞蟠桃 Jinxia Pantao	1W	106.51±14.45b	4.11±0.24a	7.12±0.33b	6.61±0.22b
	2W	118.74±18.75a	4.16±0.31a	7.37±0.41a	6.81±0.34a
	3W	117.37±13.12a	4.01±0.29a	7.31±0.25ab	6.87±0.31a
玉霞蟠桃 Yuxia Pantao	1W	115.81±25.42c	4.13±0.34b	7.28±0.59c	7.62±0.35b
	2W	181.66±27.41a	4.72±0.37a	8.37±0.34a	7.9±0.32a
	3W	152.16±23.80b	4.56±0.36a	7.82±0.44b	6.82±0.4c

注:1W、2W、3W 分别表示在蟠桃果实成熟前 1 周、2 周和 3 周每株施用钾肥 1 000 g;下同。

Note:1W,2W,3W stand for 1 000 g/plant potassium fertilizer was applied at 1,2 and 3 weeks before fruit maturation,respectively;The same as blow.

表 2 不同钾肥处理蟠桃的果面色泽参数

Table 2 The skin color parameters of flat peachwith different potassium treatments

品种 Cultivars	处理 Treatment	L*	a*	b*	h°
金霞蟠桃 Jinxia Pantao	1W	66.36±2.92a	10.16±4.07b	39.51±2.21a	75.29±6.02a
	2W	65.42±3.23a	15.75±3.54a	36.88±3.13b	66.09±6.49b
	3W	65.72±2.59a	14.68±3.53a	36.57±2.50b	67.81±5.87b
玉霞蟠桃 Yuxia Pantao	1W	53.48±3.91b	19.53±3.52a	21.45±2.55a	47.76±8.04a
	2W	56.99±2.81a	17.11±4.30a	22.24±2.35a	52.82±9.38a
	3W	56.43±3.61a	18.06±4.35a	21.33±2.41a	49.96±9.53a

2.3 增施钾肥对蟠桃果实内在品质指标的影响

2.3.1 可溶性糖含量 表 3 显示,2W 和 3W 处理对 2 个蟠桃品种果实糖的积累具有明显的促进作用,可溶性总糖以及各糖组分含量总体都不同程度高于 1W 处理。其中,与成熟前 1W 增施钾肥处理相比,成熟前 2W 增施钾肥的‘金霞蟠桃’果实蔗糖和可溶性糖总量分别显著提高 47.57%和 22.44%,成熟前 3W 施钾肥的‘金霞蟠桃’果肉中除山梨醇含量外,蔗糖、葡萄糖、果糖及可溶性糖总量也都显著提高;‘玉霞蟠桃’果实的表现基本相同,成熟前 2W 增施钾肥对糖分积累的促进作用更明显,其果实可溶性糖总量以及不同糖组分全部高于 1W 处理,并

且其蔗糖和山梨醇含量还分别显著高于 3W 处理 10.72%和 48.45%。以上结果说明,成熟前 2W 施用钾肥对蟠桃果实内在品质的提高促进作用最为明显。

2.3.2 有机酸含量 由表 4 可知,不同时期增施钾肥对 2 个蟠桃品种果实奎尼酸含量和有机酸总量影响不大。其中,‘金霞蟠桃’果实苹果酸的含量和增施钾肥的时期关系不大,仅成熟前 2W 增施钾肥可有效降低‘金霞蟠桃’柠檬酸的含量;‘玉霞蟠桃’有机酸的变化受增施钾肥时期的影响较‘金霞蟠桃’明显,成熟前 3W 处理的‘玉霞蟠桃’果实苹果酸和柠檬酸的含量总体最低,与 2W 和 1W 处理差异显著,

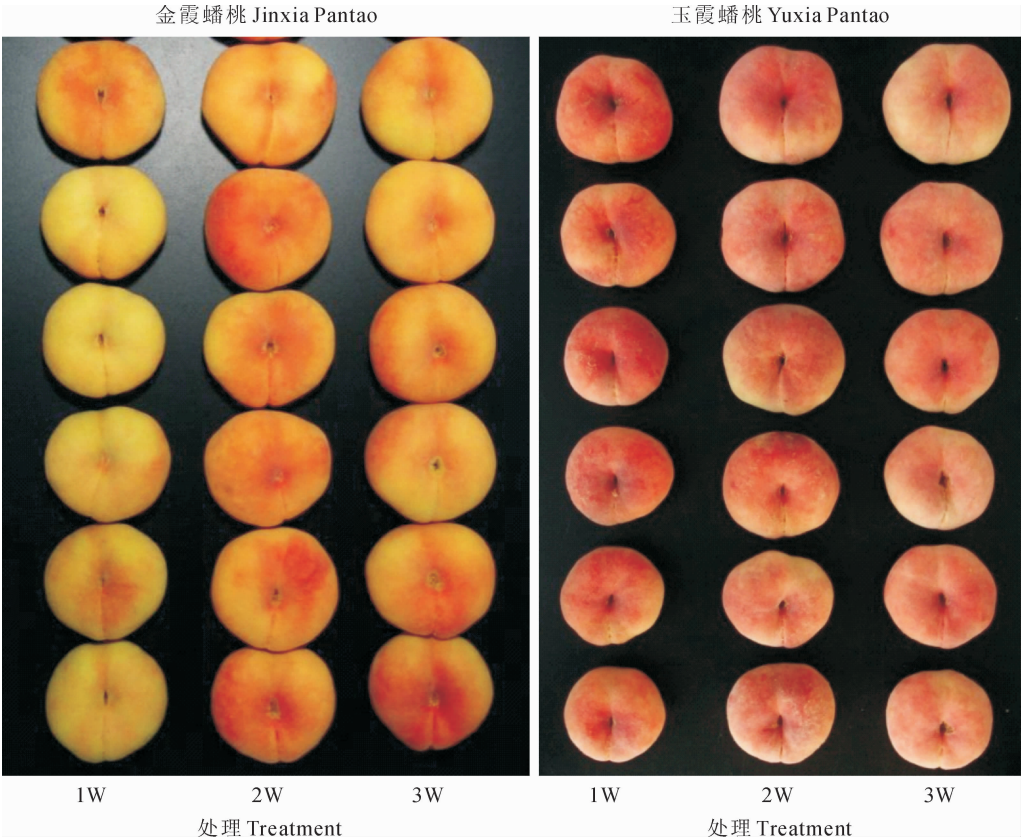


图 1 不同钾肥处理后蟠桃的果皮颜色
Fig.1 The skin color of flat peach with different potassium treatments

表 3 钾肥处理对果实可溶性糖的影响

Table 3 Effects of potassium on soluble sugar content of flat peach

品种 Cultivars	处理 Treatment	蔗糖 Sucrose /(g·L ⁻¹)	葡萄糖 Glucose /(g·L ⁻¹)	果糖 Fructose /(g·L ⁻¹)	山梨醇 Sorbitol /(g·L ⁻¹)	可溶性糖含量 Total soluble sugar /(g·L ⁻¹)
金霞蟠桃 Jinxia Pantao	1W	20.81±0.66c	18.03±0.45b	18.55±0.52b	2.06±0.05a	59.45±1.68b
	2W	30.71±0.04a	19.87±0.02ab	20.5±0.02ab	1.71±0.15b	72.79±0.07a
	3W	25.35±1.10b	20.51±0.88a	21.07±0.93a	2.08±0.01a	69.01±2.89a
玉霞蟠桃 Yuxia Pantao	1W	25.79±0.07c	17.54±0.22b	19.60±0.25b	2.17±0.06c	65.09±0.45b
	2W	32.74±0.25a	20.87±0.05a	23.35±0.07a	4.78±0.19a	81.73±0.31a
	3W	29.57±0.71b	20.93±0.73a	23.06±0.90a	3.22±0.12b	76.78±2.46a

而 2W 处理柠檬酸含量显著低于 1W 但高于 3W 处理。

2.3.3 可溶性固形物、糖酸比和硬度 果实可溶性固形物含量、糖酸比和硬度等都是影响果实内在品质的重要指标。由表 5 总体可以看出,‘金霞蟠桃’果实可溶性固形物含量以成熟前 2W 增施钾肥处理最高且显著高于其他处理,其果实糖酸比在不同时间钾肥处理间差异显著,并与可溶性固形物含量一样均表现为 2W>3W>1W;同时,增施钾肥时期的不同也影响了‘金霞蟠桃’的果实硬度,无论去皮硬度还是带皮硬度都表现出显著差异性,带皮硬度和去皮硬度从大到小依次为 1W、3W、2W。同样,不同时期增施钾肥对‘玉霞蟠桃’果实的可溶性固形物含量也有显著影响,也与‘金霞蟠桃’表现相同,3 个处理可溶性固形物含量从高到低依次为 2W、3W、

1W,其 2W 和 3W 处理果实糖酸比分别显著高于 1W 处理23.62%和 29.68%;与‘金霞蟠桃’表现相反,‘玉霞蟠桃’2W 和 3W 处理果实硬度不同程度增大,尤其是两者的去皮硬度显著大于 1W 处理。

2.4 增施钾肥对蟠桃树体营养生长的影响

由表 6 可以看出,不同时期增施钾肥对蟠桃新梢生长无明显影响,2 个品种各处理间新梢长度和粗度差异不显著;成熟前 2W 施用钾肥对‘玉霞蟠桃’叶面积的增大有显著促进作用,较 1W 处理显著增大 15.88%,同时也大于 3W 处理但差异不显著,但施用钾肥对‘金霞蟠桃’叶面积无显著影响;不同时期增施钾肥对 2 个蟠桃品种比叶重影响不大,虽然 2W 处理后比叶重均大于其他处理,但差异都未达到显著水平(表 6)。

表 4 不同钾肥处理后蟠桃果实有机酸的变化

Table 4 The change of organic acid content on flat peach with different potassium treatments

品种 Cultivars	处理 Treatment	奎尼酸 Quinic acid /(g·L ⁻¹)	苹果酸 Malic acid /(g·L ⁻¹)	柠檬酸 Citric acid /(g·L ⁻¹)	有机酸总量 Total acid /(g·L ⁻¹)
金霞蟠桃 Jinxia Pantao	1W	2.68±0.44a	1.60±0.28a	2.06±0.36a	6.34±1.09a
	2W	2.55±0.01a	1.35±0.00a	1.00±0.03b	4.90±0.01a
	3W	3.06±0.02a	1.39±0.02a	1.40±0.03ab	5.84±0.07a
玉霞蟠桃 Yuxia Pantao	1W	1.70±0.01a	2.12±0.07ab	1.17±0.03a	4.99±0.10a
	2W	1.72±0.08a	2.32±0.11a	1.03±0.02b	5.07±0.17a
	3W	1.71±0.13a	1.97±0.00b	0.86±0.01c	4.54±0.12a

表 5 钾肥处理对可溶性固形物含量、糖酸比及硬度的影响

Table 5 Effects of potassium on SSC,sugar acid ratio and firmness of flat peach

品种 Cultivars	处理 Treatment	可溶性固形物 Soluble solid content/%	糖酸比 Sugar acid ratio	带皮硬度 Firmness with skin/(kg·cm ⁻²)	去皮硬度 Firmness without skin/(kg·cm ⁻²)
金霞蟠桃 Jinxia Pantao	1W	8.83±0.52b	9.38±0.27c	12.11±2.55a	6.96±1.79a
	2W	9.98±0.85a	14.85±0.02a	3.96±1.69c	2.31±2.00c
	3W	9.24±0.44b	11.81±0.50b	5.63±2.18b	3.82±2.16b
玉霞蟠桃 Yuxia Pantao	1W	9.60±1.07c	13.04±0.09b	12.28±1.74a	5.89±0.96b
	2W	11.57±0.99a	16.12±0.06a	13.94±2.74a	7.72±1.49a
	3W	10.64±0.86b	16.91±0.54a	14.07±2.80a	7.21±1.85a

表 6 不同钾肥处理蟠桃的营养生长情况

Table 6 The vegetative growth of flat peach with different potassium treatments

品种 Cultivars	处理 Treatment	新梢长 Length of fresh treetop/cm	新梢粗 Diameter of fresh treetop/mm	叶面积 Leaf area/cm ²	比叶重 Specific leaf weight/(g·cm ⁻²)
金霞蟠桃 Jinxia Pantao	1W	40.1±6.71a	3.46±0.65a	47.85±6.70a	18.37±0.87a
	2W	41.1±6.14a	3.83±0.42a	44.84±6.63a	20.75±1.75a
	3W	40.2±6.49a	3.41±0.19a	44.30±7.08a	18.44±2.28a
玉霞蟠桃 Yuxia Pantao	1W	34.8±4.76a	3.71±0.51a	43.02±6.69b	18.92±1.57a
	2W	38.5±6.52a	3.73±0.54a	49.85±6.80a	19.82±0.62a
	3W	35.4±6.38a	3.66±0.42a	46.6±9.28ab	18.60±0.14a

3 讨 论

钾作为品质元素,在果树生长发育过程中有着重要的营养和生理作用,对促进果实发育、提高产量、改善品质和提高抗性等均有重要影响^[11,13]。在开展的众多桃树施肥试验中,多数研究材料集中在油桃和普通桃品种上^[14-16],对蟠桃的研究报道很少。因此蟠桃在实际生产中关于钾肥的合理使用仍缺乏相关的科学依据,通过增施钾肥提高蟠桃品质也鲜有相关理论参考。

果实大小主要由果实内细胞的数目和体积决定。桃果实生长发育过程主要由第一次迅速生长期、硬核期和第二次迅速生长期 3 个阶段组成^[17]。第一次迅速生长期主要是果肉细胞数量的增多,第二次迅速生长期主要是细胞体积的增大和细胞溶液浓度的增加^[18]。而钾对桃果实大小的影响主要通过增加第二次迅速膨大期果实纵、横径增长速率来实现^[15]。本试验结果表明,蟠桃果实在第二次迅速膨大过程中体积的增大可能不是匀速的,在第二次迅速生长期中也可能有关键时期,这个关键时期可能在蟠桃果实成熟前 2 周左右。

众所周知果实中糖的种类和数量是决定果实质量的关键因素,同时糖也是果实中其他风味物质合成的基础原料^[19]。对桃^[20]、油桃^[21]果实糖代谢和积累的研究表明,果实发育早期糖分积累以葡萄糖和果糖为主,果实发育后期以积累蔗糖为主^[22]。本研究中,2 个蟠桃品种各处理果实蔗糖含量大小依次为 2W>3W>1W,这提示我们生产中想要通过

增施钾肥促进蟠桃果实蔗糖的积累,在处理时期选择上并非越晚越好,而是在果实发育成熟前 2 周效果最明显。早已明确,糖是花青苷形成的必需成分^[23],可能参与花青苷合成相关酶编码基因表达的分子调控^[24]。本试验观察到成熟前 2 周钾肥处理,2 个蟠桃品种果实可溶性糖总量虽然都最高,但在果实着色方面只有‘金霞蟠桃’表现出不同处理的差异性。因此,除了品种特性外蟠桃果实着色还可能受外界环境因子、内源激素信号、营养条件等的综合影响^[25-27]。蟠桃果实糖分的提高可能只是其促进花青素合成的因素之一,但非唯一因素。同样,在果实硬度方面,2 个蟠桃品种实施相同的钾肥处理,果实去皮硬度却表现出总体相反的趋势,这暗示成熟前钾肥处理可能与蟠桃果实硬度无直接关系。

施用钾肥可促进桃树枝、叶中有机物合成与运输,增强树体内糖与淀粉的储备,从而提高树体抗逆能力^[14]。采收前增施钾肥是否也会对蟠桃叶片和枝条等的生长发育造成影响仍是需要关心的问题。本试验测量结果和田间观察都表明,采收前不同时期钾肥处理对‘金霞蟠桃’叶面积无影响,增施钾肥后 2 个蟠桃品种枝条生长也无明显变化。

综上所述,蟠桃果实成熟前增施钾肥对其叶片、枝条营养生长总体影响不大;在蟠桃果实成熟前 2 周左右施用钾肥,其果实综合品质较好,表现为果实体积、单果重增大,果肉可溶性固形物、蔗糖、可溶性总糖含量以及糖酸比高;增施钾肥还有利于‘金霞蟠桃’等部分蟠桃品种果实着色。

参考文献:

- [1] ZHAO J B(赵剑波), GUO J Y(郭继英), CHEN Q H(陈青华), *et al.* Germplasm resources and breeding progress of flat peach in China [J]. *Jiangsu Agricultural Sciences* (江苏农业科学), 2012, **40**(7): 149—151 (in Chinese).
- [2] XU J L(许建兰), MA R J(马瑞娟), YU M L(俞明亮), *et al.* Genetic evaluation of fruit characteristics of flat peach variety ‘Galaxy’ and its breeding value [J]. *Journal of Fruit Science* (果树学报), 2014, **31**(5): 769—775 (in Chinese).
- [3] LIU W H(刘文海), GAO D SH(高东升), SHU H R(束怀瑞). Effects of different photon flux density on the characteristics of photosynthesis and chlorophyll fluorescence of peach trees in protected culture [J]. *Scientia Agricultura Sinica* (中国农业科学), 2006, **39**(10): 2 069—2 075 (in Chinese).
- [4] YU N N(于妮娜), LI D M(李冬梅), TAN Q P(谭秋平), *et al.* Effect of UV-B radiation on assimilate translocation and distribution in fruiting shoot of protected peach [J]. *Chinese Journal of Applied & Environmental Biology* (应用与环境生物学报), 2013, **19**(1): 157—163 (in Chinese).
- [5] LI F G(李付国), MENG Y H(孟月华), JIA X H(贾晓红), *et al.* Effects of nitrogen applied rate on fruit yield, quality and leaf nutrient content of Bayuecui peach [J]. *Plant Nutrition and Fertilizer Science* (植物营养与肥料学报), 2006, **12**(6): 918—921 (in Chinese).
- [6] LI ZH Y(李忠勇), ZHANG Y(张 媛), HAN L H(韩龙惠), *et al.* The interactive effects of nitrogen and calcium on photosynthetic characteristics and chlorophyll fluorescence parameters of nectarine under protected culture [J]. *Plant Nutrition and Fertilizer Science* (植物营

- 养与肥料学报),2013,**19**(4):893—900(in Chinese).
- [7] LI J(李俊),LI J M(李建明),HU X X(胡晓辉),*et al.* Effects of sub-low temperature and potassium fertilizer on photosynthesis and fruit quality of greenhouse tomato[J]. *Acta Bot. Boreal. -Occident. Sin.* (西北植物学报),2012,**32**(12):2 471—2 478(in Chinese).
- [8] LI Y Y(李玉影),JIN J Y(金继运),LIU SH Q(刘双全),*et al.* Effects of potassium on physiological characteristics,yield and quality of spring wheat[J]. *Plant Nutrition and Fertilizer Science*(植物营养与肥料学报),2005,**11**(4):449—455(in Chinese).
- [9] LI K L(李凯龙),WANG Y T(王艺潼),HAN X X(韩晓雪),*et al.* Changes in reactive oxygen species and antioxidative defense mechanism in tomato leaves under low potassium stress[J]. *Acta Bot. Boreal. -Occident. Sin.* (西北植物学报),2013,**33**(1):66—73(in Chinese).
- [10] ZHANG SH Y(张绍阳),YANG J(杨军),LIU G H(刘桂华). Effects of K nutrition levels on fruit quality of “Yanguang” nectarine[J]. *Journal of Anhui Agricultural University*(安徽农业大学学报),2008,**35**(2):289—292(in Chinese).
- [11] HUANG X G(黄显淦),WANG Q(王勤),ZHAO T C(赵天才). Effects of potassium fertilizers for improving quality and production of fruit crops[J]. *Journal of Fruit Science*(果树科学),2000,**17**(4):309—313(in Chinese).
- [12] SHEN ZH J(沈志军),MA R J(马瑞娟),YU M L(俞明亮),*et al.* Regularity analysis of main sugar and acid in fruit development of peach[J]. *Acta Agriculture Boreali-Sinica*(华北农学报),2007,**22**(6):130—134(in Chinese).
- [13] HE ZH J(何忠俊),TONG Y A(同延安),ZHANG G W(张国武),*et al.* Effect of potash application on the output and quality of Dangshan Suli pear variety in loess area[J]. *Journal of Fruit Science*(果树学报),2002,**19**(1):8—11(in Chinese).
- [14] TU M Y(涂美艳),JIANG G L(江国良),DU J CH(杜晋城),*et al.* Effect of potassium on the tree nutrient status in fruit picking period of nectarine[J]. *Northern Horticulture*(北方园艺),2009,(12):29—33(in Chinese).
- [15] CHEN D(陈栋),TU M Y(涂美艳),DU J CH(杜晋城),*et al.* Effects of potassium nutrition on yield and quality of nectarine[J]. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*(西南农业学报),2010,**23**(4):1 173—1 176(in Chinese).
- [16] LÜ L F(吕乐福),GAI G SH(盖国胜),SUN H SH(孙海栓),*et al.* Effects of mineral potassium fertilizer on the yield and quality in Yangshan peach[J]. *Northern Horticulture*(北方园艺),2012,(6):144—147(in Chinese).
- [17] YANG A ZH(杨爱珍),ZHANG ZH Y(张志毅),CAO A J(曹爱娟),*et al.* Studies of changes in sugar accumulation and lign in deposition during peach fruit endocarp development[J]. *Acta Horticulturae Sinica*(园艺学报),2009,**36**(8):1 113—1 119(in Chinese).
- [18] DONG J(董捷),AN J D(安建东),HUANG J X(黄家兴),*et al.* Effects of pollination by different bees on peach fruit development and quality under greenhouse conditions[J]. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*(中国生态农业学报),2011,**19**(4):836—842(in Chinese).
- [19] ZHANG X SH(张新生),CHEN H(陈湖),FU Y(傅友). Effect of KH_2PO_4 on sugar accumulation and sucrose-metabolizing related enzyme activities in nectarine fruits in greenhouse[J]. *Acta Agriculture Boreali-Sinica*(华北农学报),2007,**22**:40—43(in Chinese).
- [20] GUO X F(郭雪峰),LI SH H(李绍华),LIU G J(刘国杰),*et al.* Seasonal changes in carbohydrate content and related enzyme activity in fruit leaves of ‘Yangfengyihao’ peach variety[J]. *Journal of Fruit Sciences*(果树学报),2004,**21**(3):196—200(in Chinese).
- [21] ZHAO Y H(赵永红),LI X L(李宪利),GAO D SH(高东升). Sugar accumulation and related enzyme activities in nectarine fruit under protected cultivation[J]. *Journal of Fruit Sciences*(果树学报),2006,**23**(1):118—120(in Chinese).
- [22] LI Y P(李艳萍),NIU J X(牛建新),CHEN Q(陈清). Review on the factors to influence on the metabolism of sugars and acids in peach fruit[J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*(中国农学通报),2007,**23**(8):212—216(in Chinese).
- [23] SAURE M C. External control of anthocyanin formation in apple[J]. *Scientia Horticulture*,1990,42:181—218.
- [24] GOLLOP R,FARHI S,PERL A. Regulation of the leucoanthocyanidin dioxygenase gene expression in *Vitis vinifera*[J]. *Plant Science*,2001,**161**(1):579—588.
- [25] JAAKOLA L. New insights into the regulation of anthocyanin biosynthesis in fruits[J]. *Trends in Plant Science*,2013,**18**(9):477—483.
- [26] PATRA B,SCHLUTTENHOFER C,WU Y,*et al.* Transcriptional regulation of secondary metabolite biosynthesis in plants[J]. *Biochimica et Biophysica Acta-Gen Regulatory Mechanisms*,2013,**1 829**(11):1 236—1 247.
- [27] YANG L(杨琳),WANG Y(王宇),YANG J F(杨剑飞),*et al.* Research advances on negative regulators of anthocyanin accumulation[J]. *Acta Horticulturae Sinica*(园艺学报),2014,**41**(9):1 873—1 884(in Chinese).

(编辑:裴阿卫)