

‘金艳’猕猴桃果实生长动态规律和贮藏性能

王琪凯, 杨 丹, 张晓琴, 张信旺

(四川省猕猴桃工程技术研究中心, 四川 成都 611600)

摘 要:以‘金艳’猕猴桃果实为材料,通过持续测量田间果实的尺寸,检测田间生长和采后贮藏过程中的果实的品质,研究果实的生长动态规律和贮藏性能。结果表明:‘金艳’猕猴桃果实在谢花后7~175 d的发育过程中,果实尺寸(纵、横径)、单果质量和干物质含量都呈逐渐上升趋势;可溶性固形物含量前期增长缓慢,且波动较大,但在140~175 d期间,迅速上升;果肉颜色 h^0 值在整个果实生长过程中逐渐下降。‘金艳’猕猴桃谢花后175 d左右进入采收期,当可溶性固形物含量在7.5%~8.0%范围时,适宜采收。‘金艳’猕猴桃耐贮性好,在0~1 °C,相对湿度90%~95%的冷藏条件下,贮藏150 d,硬度下降到10.01 N/cm²。干旱会降低‘金艳’猕猴桃果实的单果质量和干物质含量,影响果实产量和品质。

关键词:猕猴桃;果实;生长动态;贮藏性能

Growth Pattern and Storage Performance of ‘Jinyan’ Kiwi Fruits

WANG Qikai, YANG Dan, ZHANG Xiaoqin, ZHANG Xinwang

(Sichuan Engineering and Technology Research Center of Kiwifruit, Chengdu 611600, China)

Abstract: The growth pattern and storage performance of ‘Jinyan’ kiwi fruits were studied by continuously measuring the size of developing fruits in the field and the quality of the fruit during growth and postharvest storage. The results showed that the growth pattern of vertical diameters, transverse diameters, weight and dry matter of fruits revealed a gradually rising trend during fruit growth from day 7 to 175 after withering. The soluble solids content rose slowly during the early growth stage, showing significant fluctuations, but rapidly declined during day 140 to 175. The h^0 value of pulp color throughout the entire fruit growth process gradually decreased. ‘Jinyan’ kiwi fruits entered the harvest period 175 days after withering, when the soluble solids content was 7.5%–8.0%. In addition, the fruits showed good storability and the firmness decreased to 10.01 N/cm² after storage for 150 days at 0–1 °C and RH of 90%–95%. Therefore, our data demonstrate that drought can reduce the individual fruit weight and dry matter content of ‘Jinyan’ kiwi fruits, thereby impacting fruit yield and quality.

Key words: kiwi fruit; fruit; growth pattern; storage performance

DOI:10.7506/spkx1002-6630-201609024

中图分类号: S663.4

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630 (2016) 09-0129-05

引文格式:

王琪凯, 杨丹, 张晓琴, 等. ‘金艳’猕猴桃果实生长动态规律和贮藏性能[J]. 食品科学, 2016, 37(9): 129-133.

DOI:10.7506/spkx1002-6630-201609024. <http://www.spkx.net.cn>

WANG Qikai, YANG Dan, ZHANG Xiaoqin, et al. Growth pattern and storage performance of ‘Jinyan’ kiwi fruits[J]. Food Science, 2016, 37(9): 129-133. (in Chinese with English abstract) DOI:10.7506/spkx1002-6630-201609024. <http://www.spkx.net.cn>

‘金艳’猕猴桃 (*Actinidia chinensis* × *Actinidia eriantha*), 属于猕猴桃科 (Actinidiaceae)、猕猴桃属 (*Actinidia*), 为多年生落叶藤本植物。‘金艳’猕猴桃是全球三大优良黄肉猕猴桃品种之一, 是1984年由中国科学院武汉植物园利用中华猕猴桃和毛花猕猴桃进行种间杂交选育而成, 果实为四倍体, 长圆柱形, 大而均匀, 平均果质量100~120 g, 果肉金黄色、细嫩多汁、香

甜可口, VC含量高达1 055 mg/kg, 总酸含量为0.86%, 总糖含量为8.55%^[1]。在耐贮性上优于国际上另两个黄果肉品种‘Hort16A’和‘金桃’^[2], 0~2 °C可贮存6个月, 货架期较长。

近年来, ‘金艳’猕猴桃栽培面积迅速扩大, 产量连年增加, 但目前对‘金艳’猕猴桃果实的生长发育规律的了解仍不足, 果实品质参差不齐, 采收标准不统一

收稿日期: 2015-06-16

基金项目: 四川省农业科技创新产业链示范工程项目 (2014NZ0031)

作者简介: 王琪凯 (1982—), 男, 硕士研究生, 研究方向为植物生理与分子生物学。E-mail: wangqk@joyvio.com

等,严重影响了‘金艳’猕猴桃产业的发展。目前,对猕猴桃属其他品种的研究已有较多报道,但对‘金艳’猕猴桃的研究报道较少。本实验对‘金艳’猕猴桃果实生长动态变化规律和贮藏性能进行了研究,以期改进栽培技术、肥水管理、适时采收和延长果实贮藏期提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

实验材料为四川省成都蒲江县复兴乡中新农业科技有限公司自有基地‘金艳’猕猴桃果实,果实生长规律实验在陈坝、九曲、铜鼓基地(海拔500~530 m)进行;贮藏性能实验材料选用姜冲基地中等大小、无病虫害、无机械伤的果实。

1.2 仪器与设备

0~300 mm数显游标卡尺 杭州杭工量具制造有限公司;GY-4水果硬度计 浙江托普仪器有限公司;HZT-A500电子天平 福州华志科学仪器有限公司;PAL-1糖度计 日本ATAGO科学仪器有限公司;CR-400色差仪 柯尼卡美能达光学仪器有限公司;艾卡奇AK-660干果机 佛山市顺德区艾卡奇电器有限公司。

1.3 方法

在每个基地固定1个监测地(约15亩),2012、2013年和2014年连续3 a,在‘金艳’猕猴桃谢花3周左右开始,在每个监测地挂牌标记6株中等生长势(主干及侧枝中等粗细程度)的植株,每株挂牌树标记2个大小较一致的果实,每年共挂牌标记36个果实。每周用数显游标卡尺测量果实的纵、横径,同时在每株挂牌树上采摘3个果实,每个监测地每次共采18个果实,回实验室后检测果实单果质量、可溶性固形物含量、果肉颜色、干物质含量等。

3 a谢花时间分别为2012年4月30日、2013年4月25日、2014年4月27日左右。果实生长动态变化监测:1) 2012、2013年:果实纵、横径测量从谢花后第21天开始;单果质量和干物质含量从谢花后第42天开始,可溶性固形物从谢花后第70天开始,果肉颜色测量从谢花后第98天开始。2) 总结2012年和2013年数据,2014年对监测期进行优化:果实纵、横径测量从谢花后第7天开始,单果质量、可溶性固形物含量、果肉颜色、干物质含量从谢花后第42天开始。

贮藏性能实验:将经挑选过的2014年姜冲基地果实,分装为20 kg/筐,贮藏在温度0~1℃,相对湿度为90%~95%的条件下(普通贮藏方式),并定期进行检测。

失水率检测:实验设5组平行,每平行1筐,每15 d检测1次;贮藏品质检测:实验设3组平行,每平行1筐,

入库2月内每月检测1次,2月后每15 d检测1次,每筐每次取样15个果实。

用数显游标卡尺测定果实纵径、横径,单位为mm;用GY-4水果硬度计测定果实硬度,单位为N/cm²;用PAL-1糖度计测定可溶性固形物含量;用CR-400色差仪测定果肉颜色;在果实中部切片,用艾卡奇ak-660干果机烘干测定干物质含量。

2 结果与分析

2.1 ‘金艳’猕猴桃果实生长动态变化规律

2.1.1 果实尺寸变化规律

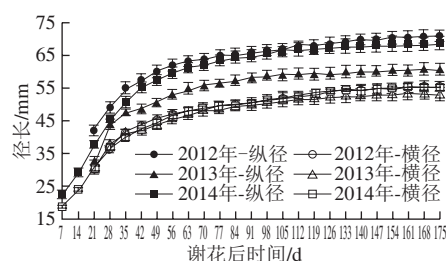


图1 ‘金艳’猕猴桃果实纵、横径变化

Fig. 1 Changes in vertical and transverse diameters of ‘Jinyan’ kiwi fruits

由图1可知,‘金艳’猕猴桃果实在生长发育过程中外形变化大致可分为3个时期:1)快速膨大期(即谢花后7~42 d):果实纵、横径迅速增大,分别平均增长到53.89、42.74 mm,达到成熟果实径长的80.57%和78.07%;2)缓慢增长期(即谢花后42~126 d):果实纵、横径缓慢增大,这一时期增长量为成熟果实径长的17.12%、18.95%;3)生长停滞期(即谢花后126~175 d),果实纵、横径基本停止增长,这一时期的增长量仅为成熟果实径长的2.31%、2.97%。最终果实平均纵径达到60~71 mm,平均横径达到52~56 mm。由图1可知,2013年纵径长度明显低于2012年和2014年,是因为在2013年的1—3月份(谢花前的休眠期至展叶期)及谢花后的7~35 d,降雨量少,灌溉不足,这说明干旱对‘金艳’猕猴桃纵径影响极大,但对横径影响较小。

‘金艳’猕猴桃果实生长发育过程中,果实纵径和横径的增长速率有明显差异。在快速膨大期(7~42 d),果实纵径增长速率快于横径,此阶段果实生长以细胞分裂为主;进入缓慢增长期(42~126 d),果实横径的增长速率快于纵径,此阶段果实以细胞体积增大为主;生长停滞期(126~175 d),果实纵径和横径基本停止增长。

2.1.2 果实单果质量变化规律

由图2可知,综合3 a的数据‘金艳’猕猴桃果实单

果质量可基本分为3个时期：1) 快速增长期（即谢花后42~70 d）：果实平均质量可达78.59 g，这一时期周平均增长率为6.31%，果实质量达到成熟时的73.6%。2) 缓慢增长期（即谢花后70~140 d），这一时期周平均增长率为2.55%，果实质量增量为成熟质量的31.92%。3) 生长停滞期（即谢花后140~175 d），果实成熟时平均质量可达106.79 g，这一时期周平均增长率为0.24%。2013年果实单果质量明显低于2012年和2014年，是由2013年1—3月份和谢花后7~35 d期间的干旱导致，2013年成熟时的单果质量分别比2012年和2014年低16.91%、17.93%。

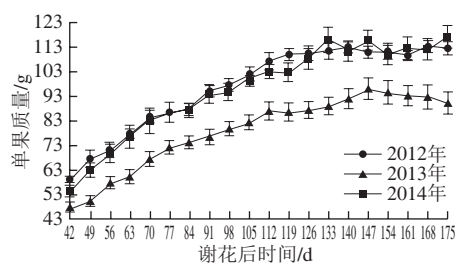


图2 ‘金艳’猕猴桃果实单果质量变化

Fig. 2 Changes in individual fruit weight of ‘Jinyan’ kiwi fruits

2.1.3 果实干物质含量变化规律

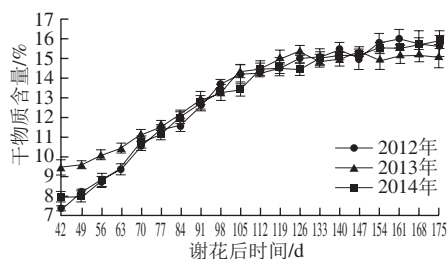


图3 ‘金艳’猕猴桃果实干物质含量变化

Fig. 3 Changes in dry matter content of ‘Jinyan’ kiwi fruits

干物质含量是猕猴桃重要品质指标，与果实的口感密切相关。由图3可知，综合3 a数据，‘金艳’猕猴桃果实在谢花后42~105 d，干物质含量迅速升高，第105天时干物质平均含量为13.97%，达到成熟时干物质含量的90.04%，这一时期干物质周平均增长率为0.63%。在谢花后的105~175 d，干物质含量缓慢升高，这一时期干物质含量周平均增长率仅为0.15%，175 d时干物质含量平均达15.52%。由图3可知，2013年谢花后42~77 d，果实干物质含量明显高于2012和2014年，主要是受2013年谢花后7~35 d干旱影响，谢花后第77天降雨开始增多，使得后期的干物质含量趋于正常；干旱对果实最终干物质造成影响，临近采收期的154~175 d期间，果实干物质平均含量比2012年和2014年低0.63%、0.52%。

2.1.4 果实可溶性固形物含量变化规律

可溶性固形物主要指果实的可溶性糖类，猕猴桃果实的可溶性固形物含量是采收的重要指标。由图4可知，可溶性固形物含量总体呈上升趋势，谢花后的42~140 d，果实可溶性固形物含量呈缓慢上升且有明显波动。图2中在谢花后42~140 d的果实，单果质量正值增长期，果实在充分积累营养，光合作用产生的糖类物质转化为淀粉、蛋白质等物质贮存起来，这一阶段可溶性固形物含量的周增长率仅为0.08%。在140~175 d期间，果实单果质量基本停止增长，果实逐渐成熟，内部物质发生转化，可溶性固形物含量迅速上升，平均值从5.27%上升到7.51%，周增长率为0.45%。

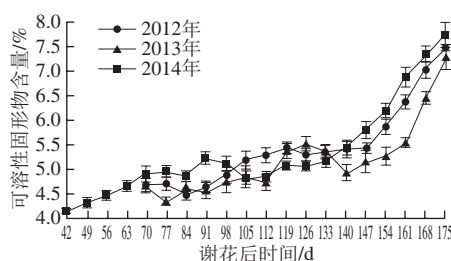


图4 ‘金艳’猕猴桃果实可溶性固形物含量变化

Fig. 4 Changes in soluble solids content of ‘Jinyan’ kiwi fruits

2.1.5 果实果肉颜色变化规律

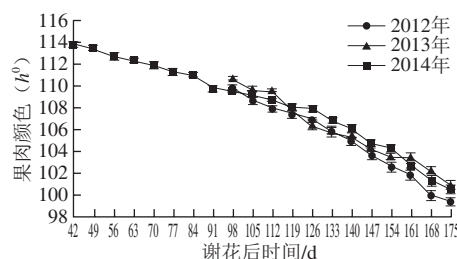


图5 ‘金艳’猕猴桃果实色彩角变化

Fig. 5 Changes in pulp color of ‘Jinyan’ kiwi fruits

成熟的‘金艳’猕猴桃果肉呈金黄色，果实果肉在生长过程中由绿白变为金黄色，色差仪检测果肉颜色的 h^0 值逐渐降低。由图5可知，谢花后的42~175 d，3 a的 h^0 值均逐渐下降，说明果肉颜色逐渐向黄色转变，且在第175天时‘金艳’猕猴桃果实 h^0 值在99.50~100.92间，这一规律也可以作为猕猴桃果实成熟判断的指标之一。

2.2 ‘金艳’猕猴桃果实贮藏性能

2.2.1 贮藏期间果实失水率

由图6可知，‘金艳’猕猴桃采摘后，贮藏于0~1℃，相对湿度90%~95%的环境中，入库后15 d以内失水率最高，迅速上升至1.15%，在15~150 d期间，每15 d失水率增长0.33%~0.54%，到150 d时，果实失水率为5.22%。

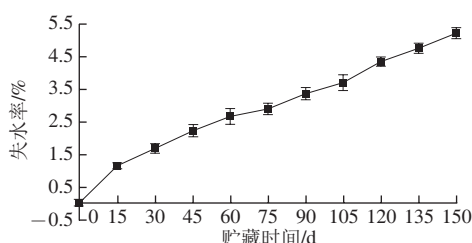


图6 贮藏期间‘金艳’猕猴桃果实失水率变化

Fig. 6 Changes in dehydration rate of ‘Jinyan’ kiwi fruits during storage

2.2.2 贮藏期间果实品质变化

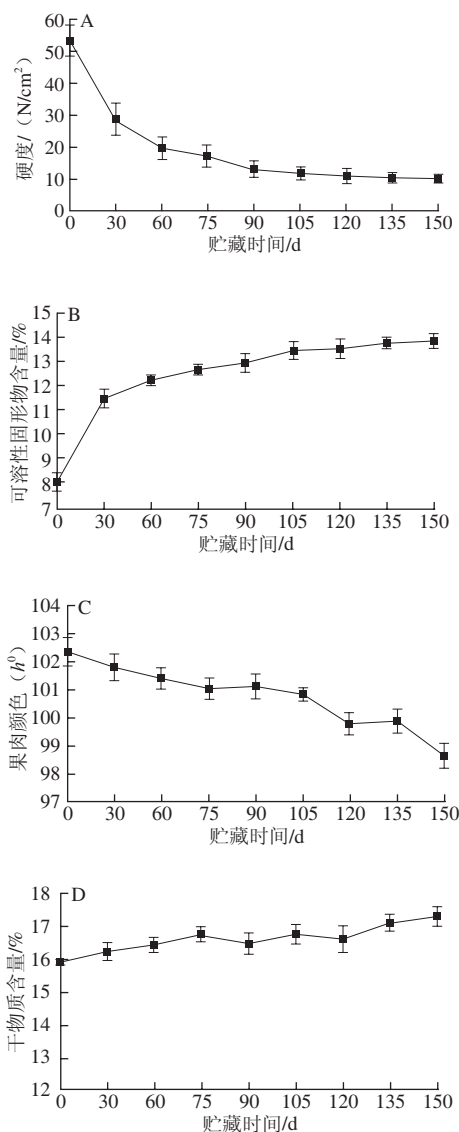


图7 贮藏期间‘金艳’猕猴桃果实硬度(A)、可溶性固形物含量(B)、果肉颜色(C)和干物质含量变化(D)

Fig. 7 Changes in firmness (A), soluble solids content (B), pulp color (C) and dry matter content (D) of ‘Jinyan’ kiwi fruits during storage

由图7可知, ‘金艳’猕猴桃果实采摘后进入冷库时状态为: 硬度52.26 N/cm²、可溶性固形物含量8.15%、

干物质含量15.88%、果肉颜色 h^0 值102.36。贮藏过程中果实逐渐后熟, 伴随硬度逐渐下降, 可溶性固形物含量逐渐升高。这种变化在贮藏的0~30 d期间十分明显: 硬度下降到28.19 N/cm², 下降了46.06%, 同时可溶性固形物含量升至11.54%。在贮藏结束时, 硬度降低到10.01 N/cm², 可溶性固形物含量上升到13.86%。果肉颜色 h^0 值不断下降, 说明后熟过程中果肉颜色不断向黄色转变, 贮藏结束时 h^0 值降至98.64。果实干物质含量总体呈上升趋势, 其变化趋势与失水率密切相关, 贮藏期间果实失水率达5.22%, 干物质含量上升了1.43%。可得出, 贮藏期间失水率每增加3.65%, 干物质含量上升1%。

3 讨论

通过对‘金艳’猕猴桃果实3 a的生长发育监测, 可以将尺寸(纵、横径)增长分为3个时期, 快速膨大期(谢花后7~42 d)、缓慢增长期(谢花后42~126 d)和生长停滞期(谢花后126~175 d); 整个变化趋势与‘贵长’猕猴桃^[3]、‘徐香’猕猴桃^[4]、‘79-2’^[5]和‘秦美’^[5-6]等猕猴桃果实尺寸增长规律相似, 但与软枣猕猴桃的“双S”增长曲线^[7]、狗枣猕猴桃和红阳猕猴桃的“S”型生长曲线^[8-9]有区别, 这可能与品种差异和种植环境等因素有关。监测表明, ‘金艳’猕猴桃经过3个增长时期, 在谢花后约175 d进入采收期, 与黄宏文等^[1]得出的‘金艳’猕猴桃果实为四倍体, 成熟期较迟, 比一般品种多2个月左右的结论相符。

猕猴桃抗旱耐涝能力都较差, 干旱、高温、强光常同时发生, 会引起枝梢生长受阻, 叶片灼伤甚至掉落^[10-11]; 果实表面受伤变褐, 形成日灼果, 影响果实品质和贮藏性能^[12], 甚至会造成大量落果^[13-14]。2013年1—3月份和谢花7~35 d期间, 果园发生干旱, 1—3月份的干旱将影响果树休眠期至展叶期对水肥的吸收和影响果树生长; 谢花后7~35 d的干旱更直接地影响到快速膨大期的果实, 果实“骨架”受到严重影响, 致使2013年果实平均纵径比2012年和2014年减小10.29、7.83 mm, 采收时果实平均单果质量比2012年和2014年低16.91%、17.93%, 果实干物质含量比2012年和2014年低0.63%、0.52%, 对果实产量和品质造成重大损害。根据这一监测结论, 大田生产应密切关注猕猴桃的需水情况, 尤其是谢花后42 d内果实处于快速膨大期, 要保证充足的水分供应, 减少或避免自然干旱对果实造成损害。另外, 根据以上监测得出的猕猴桃果实尺寸和单果质量增长规律, 科学安排灌溉和施肥, 尤其关注尺寸快速膨大期(谢花后7~42 d)和单果质量快速增长期(谢花后70 d内); 在保障供水的前提下, 根据果实不同增长期施用不同肥料, 有利于增产和提高果实品质。

目前猕猴桃采收主要以可溶性固形物含量为标准,合理的采收标准可保证猕猴桃的品质和贮藏性能^[15],如:‘徐香’猕猴桃采收标准为可溶性固形物含量为6.67%~8.00%^[16];海沃德的采收标准为可溶性固形物含量6.2%~6.5%^[17]。3 a的监测结果表明,四川蒲江的‘金艳’猕猴桃在谢花后175 d左右进入采收期。目前没有‘金艳’猕猴桃按可溶性固形物含量为采收标准的研究报道,通过可溶性固形物含量监测结果,可初步确定在7.5%~8.0%左右采收较适宜。‘金艳’猕猴桃果实采收时果肉颜色 h^0 值在99.50~100.92之间,这一指标也可以作为‘金艳’猕猴桃果实采收的辅助判断依据。根据这两个监测结论得出:大田生产应通过栽培技术和肥水管理来提高片区内果实成熟度的均一性,充分提高果实干物质含量。并在此基础上,以可溶性固形物含量(7.5%~8.0%左右)为采收判断的主要标准,以果肉颜色为辅助标准^[18],做到合理、适时采收。

猕猴桃贮藏过程中硬度不断下降,可溶性固形物含量不断上升^[19-20]。‘金艳’猕猴桃在0~1℃的贮藏条件下,入库硬度为52.26 N/cm²,贮藏到第150天时硬度下降到10.01 N/cm²,可溶性固形物含量上升到13.86%,口感良好。‘金艳’猕猴桃贮藏期较长,一般可达6个月,若采用更先进的贮藏技术,如气调库^[21]、冰温贮藏^[22]等,更可延长贮藏期。

采收时猕猴桃干物质含量越高,果实后熟后糖度会越高,口感越好。有研究表明,猕猴桃果实适度失去一部分自由水,会提高干物质含量,降低呼吸强度,抑制乙烯释放^[23-24],还有利于保持果实风味^[25]。‘金艳’猕猴桃在贮藏结束时,失水率为5.22%,干物质含量上升1.43%;贮藏过程中因失水导致的干物质含量升高,能否与田间生长积累干物质的效果一样,尚待进一步研究。

参考文献:

- [1] 黄宏文,钟彩虹,姜正旺,等.猕猴桃属分类资源驯化栽培[M].北京:科学出版社,2013:247-249.
- [2] 陈绪中,李丽,王圣梅,等.4个猕猴桃新品种生物学特性的观察比较[J].安徽农业大学学报,2007,34(1):117-119. DOI:10.3969/j.issn.1672-352X.2007.01.028.
- [3] 金方伦,韩成敏,黎明.贵长猕猴桃果实生长发育规律研究[J].贵州农业科学,2010,38(5):180-183. DOI:10.3969/j.issn.1001-3601.2010.05.052.
- [4] 杨朋燕,姚春潮,李小莹,等.‘徐香’猕猴桃果实生长发育规律的研究[J].北方园艺,2014,(18):47-50.
- [5] 金方伦,韩成敏,黎明.中华猕猴桃果实生长发育的研究[J].北方园艺,2010(12):24-27.
- [6] 安华明.秦美猕猴桃果实的生长发育规律[J].山地农业生物学报,2000,19(5):355-358. DOI:10.3969/j.issn.1008-0457.2000.05.007.
- [7] 苍晶,王学东,张达,等.软枣猕猴桃果实生长发育的研究[J].东北农业大学学报,2004,35(1):77-83. DOI:10.3969/j.issn.1005-9369.2004.01.017.
- [8] 苍晶,王学东,桂明珠,等.狗枣猕猴桃果实生长发育的研究[J].果树学报,2001,18(2):87-90. DOI:10.3969/j.issn.1009-9980.2001.02.007.
- [9] 丁捷,刘书香,宋会会,等.红阳猕猴桃果实生长发育规律[J].食品科学,2010,31(20):473-476.
- [10] 何科佳,王中炎,王仁才.高温干旱强光对猕猴桃生长发育的影响及其生理基础[J].湖南农业科学,2005(3):42-44. DOI:10.3969/j.issn.1006-060X.2005.03.018.
- [11] 崔致学.中国猕猴桃[M].济南:山东科学技术出版社,1993:64-65.
- [12] BURNETT M J, ALLAN P, MOEK K. Effect of different shade levels on production and photosynthesis of young kiwifruit vines in South Africa[J]. Journal of South Africa Society for Horticultural Science, 1997, 7(1): 4-7.
- [13] 谢玲超,陈东元,吴美华,等.中华猕猴桃采前落果调查研究[J].江西农业科学,1993(6):23-24.
- [14] 钟彩虹,曾秋涛,王中炎.果实套袋对猕猴桃采前落果及果实品质的影响[J].湖南农业科学,2002(4):34-35. DOI:10.3969/j.issn.1006-060X.2002.04.015.
- [15] 周惠娟,乔勇进,张绍铃,等.不同成熟度大团蜜露蜜桃货架期间品质与代谢差异性研究[J].果树学报,2010,27(2):244-250.
- [16] 姚春潮,刘占德,龙周侠.采收期对‘徐香’猕猴桃果实品质的影响[J].北方园艺,2013(8):36-38.
- [17] 刘旭峰,樊秀芳,张清明,等.猕猴桃采收适期研究[J].西北农业学报,2002,11(1):72-74. DOI:10.3969/j.issn.1004-1389.2002.01.020.
- [18] 钱政江,刘亨,王慧,等.采收期和贮藏温度对金艳猕猴桃品质的影响[J].热带亚热带植物学报,2011,19(2):127-134. DOI:10.3969/j.issn.1005-3395.2011.02.005.
- [19] NOICHINDA S, BODHIPADMA K, SINGKHORNART S. Changes in pectic substances and cell wall hydrolase enzymes of mangosteen (*Garcinia mangostana*) fruit during storage[J]. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 2007, 35(2): 229-233. DOI:10.1080/01140670709510189.
- [20] FISK C L, SILVER A M, STRIK B C, et al. Postharvest quality of hardy kiwi fruit (*Actinidia arguta* Ananasnaya) associated with packaging and storage conditions[J]. Postharvest Biology and Technology, 2008, 47(3): 338-345.
- [21] 黄永红,王江勇,徐玉芳,等.FACA柔性气调库中CO₂浓度对猕猴桃果实品质及耐藏性的影响[J].落叶果树,2006,38(5):37-39. DOI:10.3969/j.issn.1002-2910.2006.05.015.
- [22] 段眉会,朱建斌,曹改莲.猕猴桃冰温贮藏技术[J].山西果树,2013(4):18-20. DOI:10.3969/j.issn.1005-345X.2013.04.009.
- [23] PRANAMORNKITH T, EAST A, HEYES J. Influence of exogenous ethylene during refrigerated storage on storability and quality of *Actinidia chinensis* (cv. Hort16A)[J]. Postharvest Biology and Technology, 2012, 64(1): 1-8. DOI:10.1016/j.postharvbio.2011.09.011.
- [24] DOMINGO M R, FABAN G, SALVADOR C. Development of a carbon-heat hybrid ethylene scrubber for fresh horticultural produce storage purposes[J]. Postharvest Biology and Technology, 2009, 51(2): 200-205.
- [25] 姜丹,张博,李书倩,等.采后适当失水处理对软枣猕猴桃20℃下生理生化变化的影响[J].果树学报,2013,30(2):299-303.