

采收期和贮藏温度对金艳猕猴桃品质的影响

钱政江¹, 刘亭¹, 王慧¹, 屈红霞^{1*}, 钟彩虹², 黄宏文¹, 蒋跃明¹

(1. 中国科学院华南植物园 中国科学院植物资源保护与可持续利用重点实验室, 广州 510650; 2. 中国科学院武汉植物园, 武汉 430074)

摘要: 研究了金艳猕猴桃(*Actinidia chinensis* × *A. eriantha*) 4 个不同采收期(I ~ IV)在常温[(23 ± 1)℃]贮藏 60 d, 以及低温(4℃)贮藏 2、4、6 个月后常温货架 14 d 内果实品质和果肉色彩的变化。结果表明:采收期 I 和 IV 的果实在常温贮藏过程中呼吸高峰出现早、失重快,可滴定酸(TA)、维生素 C(Vc)含量和果肉硬度迅速下降;而采收期 II 和 III 的果实呼吸高峰出现晚,保持了较高的 TA、Vc 含量和果肉硬度。4 个采收期猕猴桃果实在常温贮藏期间,果实亮度 L*、色度 C*和色彩角 h 显著降低;而在低温贮藏后常温货架期间,果实色彩角 h 相对于亮度 L*和色度 C*变化更加明显。研究表明,采收期 II 和 III 为金艳猕猴桃的适宜采收期,色彩角 h 可以作为适宜的指标反映猕猴桃果实的后熟与衰老,而低温贮藏 6 个月金艳猕猴桃仍能保持较好的食用品质和色彩。

关键词: 猕猴桃; 采收期; 贮藏温度; 贮藏品质

中图分类号: S663.409

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2011)02-0127-08

doi: 10.3969/j.issn.1005-3395.2011.02.005

Effects of Harvest Stage and Storage Temperature on Quality of ‘Jin Yan’ Kiwifruit (*Actinidia chinensis* × *A. eriantha*)

QIAN Zheng-jiang¹, LIU Ting¹, WANG Hui¹, QU Hong-xia^{1*},
ZHONG Cai-hong², HUANG Hong-wen¹, JIANG Yue-ming¹

(1. Key Laboratory of Plant Resources Conservation and Sustainable Utilization, South China Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China; 2. Wuhan Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430074, China)

Abstract: The changes in quality and flesh color of ‘Jin Yan’ kiwifruits were investigated. ‘Jin Yan’ kiwifruits (*Actinidia chinensis* × *A. eriantha*) were harvested at four different times, and stored for 60 days at (23 ± 1) °C and for 2, 4, 6 months at 4 °C, respectively, before maintained for 2 weeks at ambient temperatures [(23 ± 1) °C]. The results showed that the respiratory peaks of fruits harvested at I and IV stages were earlier than those of fruits harvested at II and III stages, and the fruit weight loss were also faster, as well as the titratable acidity (TA), vitamin C (Vc) content and flesh firmness rapidly decreased. Fruit lightness (L*), chroma (C*) and hue angle (h) in fruits of the four harvest stages decreased significantly during ambient storage, nevertheless h changed more obviously than L* and C* in fruit maintained for 2 weeks at ambient temperature after cold storage. It suggested that the harvest II and III stages were suitable for harvesting of ‘Jin Yan’ kiwifruit, and h could be used as an appropriate indicator of ripening and senescence of kiwifruit. In addition, edible quality and flesh color of ‘Jin Yan’ kiwifruit were well maintained even after cold storage for 6 months.

Key words: Kiwifruit (*Actinidia chinensis* Planch); Harvest time; Storage temperature; Storage quality

收稿日期: 2010-07-27

接受日期: 2010-09-29

基金项目: 中国科学院知识创新工程重要方向项目(KSCX2-YW-N-082); 国家自然科学基金项目(30972039)资助

作者简介: 钱政江(1986 ~), 男, 硕士生, 研究方向为果蔬采后生理生化与贮藏保鲜, email: qq20040352@yahoo.com

* 通讯作者 Corresponding author, email: q-hxia@scib.ac.cn

猕猴桃(*Actinidia chinensis* Planch)原产于中国,是 20 世纪初由野生品种栽培驯化而来^[1]。自 1904 年新西兰从中国引种猕猴桃以来,猕猴桃栽培面积不断扩大,培育了很多优良的品种,因其可口的风味和丰富的营养价值而在国际贸易中占有重要地位。目前,对猕猴桃的研究主要集中于果实品质^[2]、生理生化^[3-4]和分子生物学^[5-6]等方面。

适宜的采收期对保持果实良好的风味品质以及延长贮藏时间具有十分重要的意义。Park 等^[7]对 Tsugaru 苹果(*Malus pumila*)的研究表明,适宜的采收期有利于延长苹果贮藏和运销期。对梨(*Pyrus spp.*)^[8]、芒果(*Mangifera indica*)^[9]、苹果^[10]、桃(*Amygdalus persica*)^[11]和柑橘(*Citrus sinensis*)^[12]等的研究表明,不同采收期的果实在采后贮藏过程中,其生理生化以及品质的变化与贮藏时间、贮藏温度以及贮藏条件等因素密切相关^[13-15]。

金艳猕猴桃(*Actinidia chinensis* × *A. eriantha*)是以毛花猕猴桃(*A. eriantha*)为母本,中华猕猴桃(*A. chinensis*)为父本杂交选育而成的新品种,并已在四川等省大面积推广种植。陈绪中等^[16]对金艳猕猴桃等 4 个新品种的生物学特性进行了比较研究,结果表明金艳猕猴桃具有 Vc 含量高、品质优良、耐储藏等特性。有关金艳猕猴桃的其它研究则鲜见报道。本研究以 4 个采收期的金艳猕猴桃为材料,研究不同采收期的金艳猕猴桃在采后常温贮藏以及低温贮藏常温货架期的果实品质和色彩变化特征,探讨其适宜的采收时间,为金艳猕猴桃的合理采收及制定科学的采后处理方案提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 材料和处理

金艳猕猴桃(*Actinidia chinensis* × *A. eriantha*)采自四川省成都市蒲江县复兴乡陈坝基地。实验设 4 个采收期(I, II, III, IV),时间从盛花期后 180 d 开始,即 2009 年 10 月 17 日至 11 月 7 日每 7 d 采摘 1 次果实,单果包装后空运至中国科学院华南植物园采后生物学实验室。挑选大小均匀、无病虫害和机械损伤的果实用 0.025 mm 厚的聚乙烯塑料袋包装,每袋 5 个果实。常温(23 ± 1℃)贮藏 60 d,每 15 d 取样 1 次;低温(4℃)分别贮藏 2、4、6 个月,于常温货架 0、7、14 d 测定果实品质和色彩指标。

1.2 方法

呼吸速率的测定 用 Li-6262 型 CO₂/H₂O 分析仪测定^[17]。将 5 个猕猴桃用带有通气管的盖子封闭于体积约为 4.2 L 的玻璃罐中,然后将两个通气管分别插入 CO₂ 分析仪的两个接口,打开通气管。20 min 内每隔 5 min 记录 CO₂ 浓度值,计算呼吸速率,重复 3 次。以 mg CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ 表示。

果实品质测定 硬度用 GY-1 型水果硬度计测定(最小量程 2 kg cm⁻²);可溶性固形物(TSS)含量用手持阿贝折光仪测定;Vc 含量用 2,6-二氯酚靛酚滴定法测定,以 mg (100 mL)⁻¹ 表示;酸碱滴定法测定 TA 含量,用苹果酸的百分含量表示;失重率用称重法测定^[18,20]。

果实色度的测定 果肉色度用 CR-400 色彩色差计(日本美能达)测定。色差计先用标准白板校正,果肉色彩用 L*、C*、h 色空间体系表示。L* 代表亮度,表示范围从黑色(L* = 0)到白色(L* = 100);C* 值代表色度的饱和程度,其值由低到高表示色度由灰暗到光亮;h 代表色彩角, h 值为 0°、90°、180°和 270°时分别代表红、黄、绿、蓝^[19]。

1.3 数据统计分析

果实色度测定重复 8 次或以上,其它测定重复 3 次或以上,数据统计分析采用 SPSS 统计软件,结果取平均值 ± 标准误(SE),数据的差异显著性水平取 0.05,用 Excel 软件绘图。

2 结果和分析

2.1 常温贮藏的果实呼吸速率和失重率的变化

从图 1A 可以看出,采收期 I 和 IV 的果实呼吸高峰出现得比采收期 II 和 III 的要早;前 3 个采收期(I、II、III)的果实分别在贮藏 15、30 和 45 d 时出现呼吸高峰,峰值分别为 86.12 mg kg⁻¹ h⁻¹、111.0 mg kg⁻¹ h⁻¹ 和 111.68 mg kg⁻¹ h⁻¹,即随着采收时期的延迟,呼吸高峰的出现推迟;而采收期 IV 的果实在贮藏过程中呼吸强度明显低于前 3 个采收期,而且采收期 IV 的果实在贮藏 15 d 时出现微弱的呼吸峰后呼吸速率持续降低,至 60 d 时呼吸强度降至 16.55 mg kg⁻¹ h⁻¹。

随着贮藏时间的延长,果实失重率不断上升;采收期 I 的果实后期失重率显著高于其它各期($P < 0.05$),贮藏至 60 d 时失重率达到 3.32%;采收期 II 和 III 的果实在整个贮藏过程中失重率都保持相对较低的水平;而采收期 IV 果实在贮藏 15 d 时

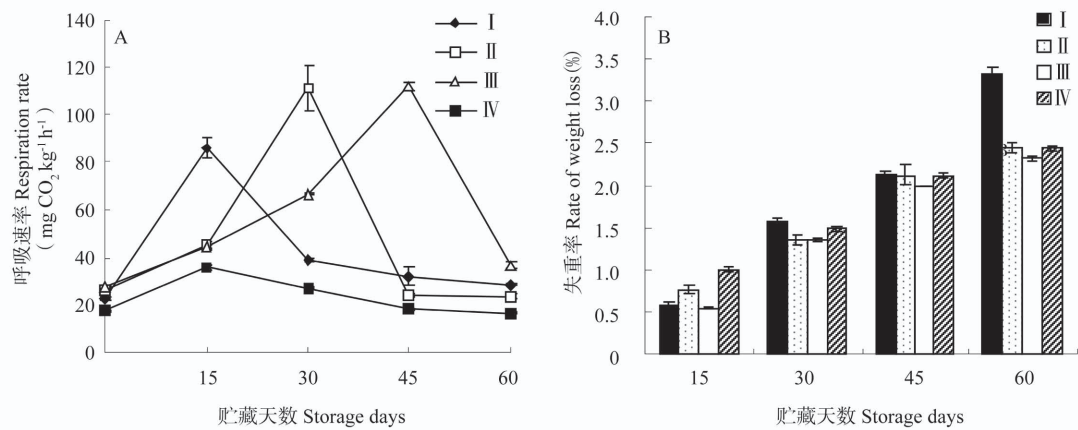


图 1 金艳猕猴桃常温[(23 ± 1)°C]贮藏期间的果实呼吸速率和失重率变化

Fig. 1 Changes in respiration rate and weight loss of 'Jin Yan' kiwifruit stored under room temperature (23 ± 1)°C

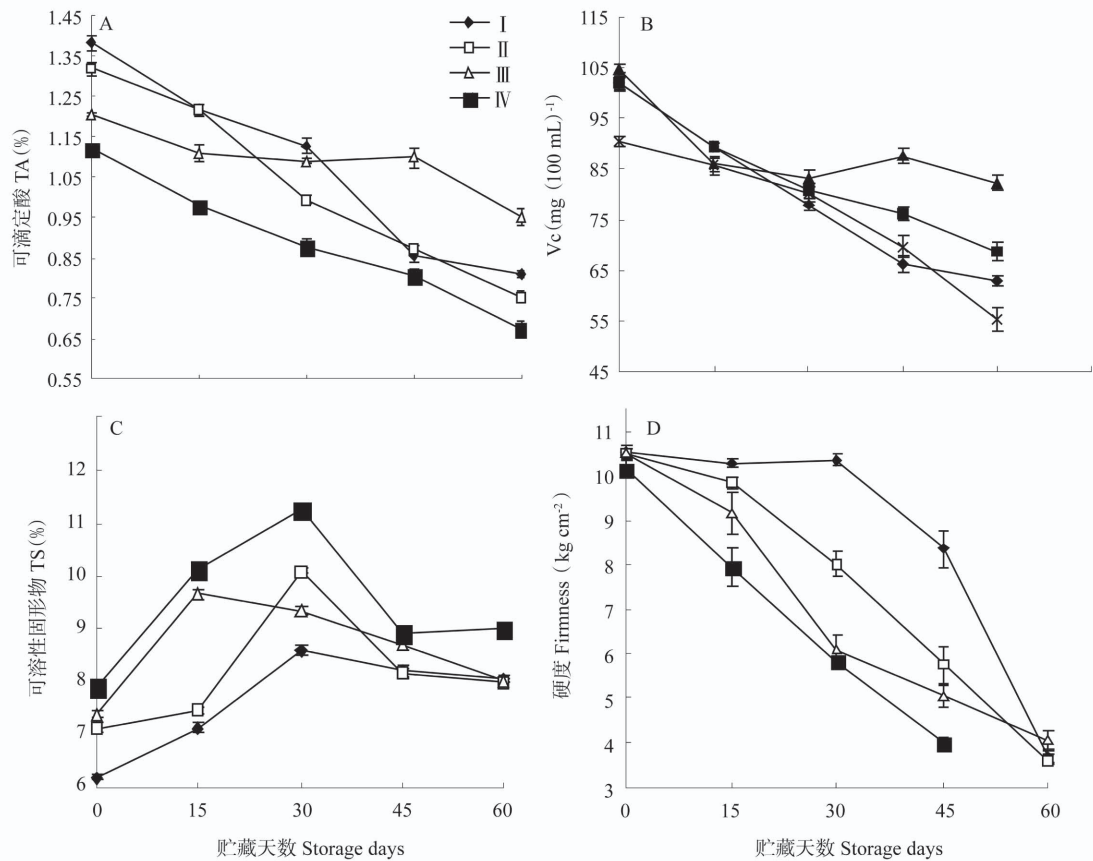


图 2 金艳猕猴桃常温[(23 ± 1)°C]贮藏期间的 TA (A)、Vc (B)、TSS (C)和果肉硬度(D)的变化

Fig. 2 Changes in TA (A)、Vc (B)、TSS (C) and flesh firmness (D) of 'Jin Yan' kiwifruit stored under room temperature (23 ± 1)°C

就表现出较大的失重率(图 1B)。说明采收早期和晚期的猕猴桃果实在贮藏过程中失重较快,不利于贮藏。

2.2 常温贮藏期间的 TA、TSS 和 Vc 含量和果肉硬度变化

随着采收期的延迟,猕猴桃果实的 TA 和 Vc 含量逐渐降低,而 TSS 含量逐渐上升(图 2);随着常

温贮藏时间的延长果实的 TA 及 Vc 含量均呈明显的下降趋势,而 TSS 含量则先上升后下降。常温贮藏下,采收期 I 的果实 TA 及 Vc 含量下降较快,分别由初期的 1.38% 和 102.15 mg (100 mL)⁻¹下降至末期的 0.81% 和 62.93 mg (100 mL)⁻¹,而 TSS 含量比其它采收期低;采收期 IV 的果实 TA、Vc 含量和果肉硬度值明显低于其它各期,Vc 含量下降较

快,至贮藏末期为 55.31 mg (100 mL)⁻¹,但 TSS 含量显著高于其它各采收期;而采收期 II 和 III 的果实 TA、Vc 含量下降缓慢,直至贮藏末期仍保持较高含量。

不同采收期的果实在采收时的硬度差异不大,

常温贮藏下果肉硬度明显下降;采收期 I 的果实贮藏 30 d 仍保持很高的硬度,以后果肉硬度迅速下降,贮藏末期降至 3.69 kg cm⁻²;采收期 II 和 III 的果肉硬度随贮藏时间的延长逐渐降低;而采收期 IV 的果实硬度下降较快,由最初的 10.16 kg cm⁻²降至

表 1 金艳猕猴桃低温(4℃)贮藏常温货架期的果肉硬度和 TA、Vc、TSS 含量变化
Table 1 Changes in flesh firmness and TA, Vc, TSS contents of ‘Jin Yan’ kiwifruit during shelf time after stored at 4℃

采收期 Harvest stage	贮藏时间 Storage months	货架期 Shelf days	TA (%)	Vc (mg (100 mL) ⁻¹)	TSS (%)	硬度 Firmness (kg cm ⁻²)
I	2	0	1.11 ± 0.02a	89.65 ± 0.49a	10.1 ± 0.06a	6.53 ± 0.21a
		7	1.1 ± 0.02a	85.19 ± 2.26a	10 ± 0.06a	4.56 ± 0.21b
		14	0.84 ± 0.03b	71.83 ± 1.44b	8.1 ± 0.06b	4.04 ± 0.14b
	4	0	1.2 ± 0.01a	73.1 ± 1.15a	11 ± 0.06a	4.05 ± 0.11a
		7	1.11 ± 0.03b	71.52 ± 1a	10.3 ± 0.12b	3.04 ± 0.13b
		14	1.05 ± 0.03b	65 ± 1.59b	9.33 ± 0.09c	2.51 ± 0.07c
	6	0	1.1 ± 0.01a	74.2 ± 0.37a	10.03 ± 0.03a	3.38 ± 0.09a
		7	0.94 ± 0.01b	67.62 ± 3.15a	9.07 ± 0.03c	3.04 ± 0.09b
		14	0.91 ± 0.01b	62.58 ± 1.26b	9.4 ± 0.06 b	ND
II	2	0	1.1 ± 0.01b	92.81 ± 1.25a	8.2 ± 0.12b	5.76 ± 0.22a
		7	1.18 ± 0.02a	86.77 ± 1.6b	10.3 ± 0.11a	5.05 ± 0.13b
		14	0.99 ± 0.02c	83.61 ± 0.99b	10 ± 0.11a	4.37 ± 0.15c
	4	0	1.1 ± 0.03a	82.27 ± 1.65a	9.33 ± 0.12b	4.29 ± 0.11a
		7	1.12 ± 0.02a	74.18 ± 0.88b	9.9 ± 0.06a	3.64 ± 0.18b
		14	1.06 ± 0.01b	73.1 ± 1.15b	10.27 ± 0.15a	3.1 ± 0.82c
	6	0	1.1 ± 0.01a	72.38 ± 0.74a	10.63 ± 0.09a	3.54 ± 0.06a
		7	1.02 ± 0.01a	71.68 ± 1.09a	9.8 ± 0.06c	3.46 ± 0.08a
		14	1.05 ± 0.03a	72.66 ± 0.24a	10.13 ± 0.09b	ND
III	2	0	1.1 ± 0.01a	91.95 ± 1.75a	9.9 ± 0.07b	5.87 ± 0.17a
		7	1.09 ± 0.02a	90.51 ± 2.17a	11 ± 0.13a	5.02 ± 0.17b
		14	1.04 ± 0.02a	89.07 ± 1.15a	11.1 ± 0.03a	4.19 ± 0.15c
	4	0	1.1 ± 0.03a	83.85 ± 0.65a	9.17 ± 0.07c	3.95 ± 0.13a
		7	1.14 ± 0.02a	85.79 ± 0.99a	10.33 ± 0.09b	3.61 ± 0.13ab
		14	1.1 ± 0.02a	76.04 ± 1.72b	11.17 ± 0.09a	3.53 ± 0.13b
	6	0	1.1 ± 0.01a	82.18 ± 1.61a	11.43 ± 0.23a	3.13 ± 0.08a
		7	1.05 ± 0.03b	74.9 ± 2.92b	9.67 ± 0.13b	3.44 ± 0.09b
		14	1.02 ± 0.02b	76.02 ± 0.48ab	9.93 ± 0.03b	ND
IV	2	0	1.1 ± 0.01a	89.36 ± 2.07a	10.27 ± 0.09a	5.43 ± 0.22a
		7	1.09 ± 0.01a	86.20 ± 1 - 0a	10 ± 0.12a	4.81 ± 0.61b
		14	0.92 ± 0.02b	81.32 ± 1.52b	8.8 ± 0.03b	4.05 ± 0.14c
	4	0	1.1 ± 0.02a	71.95 ± 1.92a	9.97 ± 0.09a	3.99 ± 0.16a
		7	1.07 ± 0.02a	73.67 ± 1.6a	9.63 ± 0.09b	3.57 ± 0.09b
		14	1.04 ± 0.01b	63.86 ± 0.81b	9.03 ± 0.09c	2.82 ± 0.34c
	6	0	1.0 ± 0.01a	73.22 ± 0.98a	11.83 ± 0.09a	3.19 ± 0.05a
		7	0.95 ± 0.04ab	74.2 ± 2.06a	9.73 ± 0.12b	3.10 ± 0.1a
		14	0.93 ± 0.01b	66.92 ± 1.34b	9.87 ± 0.03b	ND

n≥3; 同列数据后不同字母表示差异显著(*P*<0.05), 下表同。Data followed different letters within column indicate significant difference at 0.05 level, and the same as following Table. ND: 硬度(firmness)<2 kg cm⁻².

45 d时的 3.98 kg cm⁻²,相当于其它采收期贮藏60 d 的水平。

2.3 低温贮藏常温货架期的果肉硬度及品质变化

不同采收期的金艳猕猴桃果实在低温分别贮藏 2、4、6 个月后置于常温货架,随着货架时间的延长,果实的 TA 和 Vc 含量呈下降趋势(表 1),其中以采收期 I 和Ⅳ的果实下降较快,采收期Ⅱ和Ⅲ的果实则保持相对高的 TA 和 Vc 含量;随着低温贮藏时间的延长,果实的 TA 和 Vc 含量在货架期间下降速度加快。不同采收期果实的 TSS 含量变化有一定的差异,采收期 I 和Ⅳ的果实在低温贮藏 2 和 4 个月,货架期的 TSS 含量持续下降,而采收Ⅱ和Ⅲ期的果实则上升。低温贮藏 6 个月,常温货架期的果实 TSS 含量持续下降,且采收期 I 的果实 TSS 含量显著低于其它采收期果实。

随着低温贮藏时间的延长,果肉硬度逐渐下降,在常温货架期亦呈下降趋势,其中以采收 I 期和采收Ⅳ期果实的下降速率较快。货架初期,低温贮藏的果实都可以保持较好硬度,低温贮藏 2、4、6 个月的果实平均硬度分别为 6 kg cm⁻²、4 kg cm⁻²和

3.3 kg cm⁻²,随着货架时间的延长果实硬度迅速下降(表 1)。

2.4 果肉色度的变化

从表 2 可以看出,4 个采收期的猕猴桃果实在刚采收回来时,果肉的亮度值 L*、色度值 C*以及色彩角 h 的差异不大。常温贮藏下各色彩值都呈现降低的趋势,其中色彩角 h 下降明显,贮藏 15 d 时就显著下降(*P* < 0.05),而亮度值 L*和色度值 C*的变化则相对平缓,以采收期 I 的下降最快。

不同采收期的猕猴桃果实在低温分别贮藏 2、4、6 个月,然后置于常温货架,货架期的果肉亮度 L*和色彩角 h 均下降,其中低温贮藏 2 月的 L*值下降不明显;而贮藏 4~6 个月的果实在货架末期,其 L*明显降低,低温贮藏 2、4、6 个月常温货架 7 d 后果实的 h 值显著降低,以低温贮藏 6 个月的下降低幅度较大。低温贮藏 2 个月后常温货架的果肉色度 C*变化不大,但低温贮藏 4、6 个月的呈明显上升趋势。与常温贮藏相比,低温贮藏的果实色彩变化不大,以采收期Ⅳ的较低,说明低温贮藏很好地保持了果实色度。

表 2 猕猴桃在常温货架期的果肉色彩变化

Table 2 Changes in flesh colour of ‘Jin Yan’ kiwifruit during shelf stage at room temperature

采收期	贮藏温度	贮藏月数	货架天数	L*	C*	h
Harvest stage	Storage temperature (℃)	Storage months	Shelf days			
I	23 ± 1		0	71.26 ± 0.37a	37.04 ± 0.87a	104.87 ± 0.45a
			15	69.42 ± 0.88a	35.55 ± 1.49a	102.08 ± 0.48b
			30	63.9 ± 0.75b	31.05 ± 0.76b	98.82 ± 0.3c
			45	63.56 ± 2.1b	33.64 ± 1.2b	96.75 ± 0.51d
			60	59.93 ± 1.31b	33.5 ± 0.74b	93.81 ± 0.58e
	4	2	0	61.57 ± 0.55a	32.15 ± 0.77a	104.14 ± 0.38a
			7	60.87 ± 0.81a	32.83 ± 0.95a	101.08 ± 0.34b
			14	60.59 ± 0.83a	31.85 ± 0.74a	100.07 ± 0.28c
		4	0	62.32 ± 0.55a	29.74 ± 0.74b	102.33 ± 0.43a
			7	61.92 ± 0.47a	30.02 ± 0.65b	99.85 ± 0.22b
		6	14	60.16 ± 0.45b	33.52 ± 0.64a	97.17 ± 0.19c
			0	55.95 ± 0.69b	26.27 ± 0.82c	100.28 ± 0.21a
			7	58.33 ± 0.60a	34.30 ± 0.50a	95.62 ± 0.20b
			14	52.75 ± 1.86c	31.62 ± 1.3b	92.93 ± 0.41c
II	23 ± 1		0	72.25 ± 0.39a	37.9 ± 0.6a	103.12 ± 0.6a
			15	70.32 ± 0.21b	36.3 ± 0.34ab	101.09 ± 0.45b
			30	67.85 ± 0.7c	34.02 ± 0.84b	100.17 ± 0.3b
			45	66.16 ± 0.8cd	34.23 ± 0.7b	97.33 ± 0.22c
			60	64.02 ± 0.68d	36.03 ± 0.39b	94.87 ± 0.27d

续表(Continued)

采收期 Harvest stage	贮藏温度 Storage temperature (℃)	贮藏月数 Storage months	货架天数 Shelf days	L*	C*	h
III	23 ± 1	4	0	61.34 ± 0.59a	31.08 ± 0.87a	102.38 ± 0.23a
			7	61.03 ± 0.56 a	30.17 ± 0.72a	101.04 ± 0.3b
			14	59.92 ± 0.69a	30.47 ± 0.45a	98.75 ± 0.19c
		4	0	61.48 ± 0.48a	28.68 ± 0.71c	100.24 ± 0.72a
			7	60.71 ± 0.54 a	33.43 ± 0.46a	97.85 ± 0.21b
			14	55.64 ± 0.85b	30.99 ± 0.52b	96.12 ± 0.36c
		6	0	57.02 ± 0.52a	28.65 ± 0.67c	99.08 ± 0.17a
			7	55.24 ± 0.99b	32.81 ± 0.68a	94.84 ± 0.28b
			14	50.95 ± 1.10c	31.53 ± 0.71b	91.11 ± 0.47c
			0	70.7 ± 0.55a	37.61 ± 0.75a	101.88 ± 0.37a
			15	70.33 ± 0.34ab	36.2 ± 0.76a	100.26 ± 0.33b
			30	63.46 ± 2.32abc	37.37 ± 0.45a	98.07 ± 0.3c
			45	64.05 ± 1.8bc	35.59 ± 0.55a	95.4 ± 0.78cd
			60	62.15 ± 0.9c	32.99 ± 1.2b	94.79 ± 0.26d
		4	0	62.15 ± 0.35a	31.4 ± 0.8a	102.16 ± 0.34a
			7	61.55 ± 0.54a	31.13 ± 0.88a	99.67 ± 0.33b
			14	58.55 ± 0.74b	29.44 ± 0.81a	99.39 ± 0.3b
IV	23 ± 1	4	0	60.24 ± 0.66a	28.93 ± 0.77b	100.3 ± 0.24a
			7	55.60 ± 0.65b	29.63 ± 0.54b	98.01 ± 0.20b
			14	55.63 ± 1.09b	31.81 ± 0.69a	95.67 ± 0.33c
		6	0	56.12 ± 0.59b	29.28 ± 0.67b	98.84 ± 0.18a
			7	58.36 ± 0.35a	35.55 ± 0.34a	95.37 ± 0.22b
			14	56.79 ± 0.96b	34.43 ± 0.64a	93.03 ± 0.25c
			0	70.92 ± 0.21a	39.75 ± 0.54a	101.39 ± 0.32a
			15	69.61 ± 0.41ab	36.62 ± 0.38ab	98.91 ± 0.41b
			30	68.03 ± 0.61bc	34.96 ± 0.61bc	97.39 ± 0.26c
			45	66.05 ± 0.56c	35.95 ± 0.36c	96.97 ± 0.33c
			60	66.65 ± 0.78c	33.62 ± 0.33c	93.76 ± 0.43d
		4	0	59.43 ± 0.6a	29.45 ± 0.7a	101.01 ± 0.3a
			7	58.51 ± 0.73a	30.54 ± 0.7a	100.36 ± 0.27a
			14	60.27 ± 0.72a	31.17 ± 0.67a	98.03 ± 0.49b
		4	0	58.34 ± 0.45a	29.43 ± 0.84b	100.14 ± 0.18a
			7	58.19 ± 0.58a	30.66 ± 0.59ab	98.40 ± 0.17b
			14	57.15 ± 0.46a	32.14 ± 0.55a	95.91 ± 0.23c
		6	0	57.37 ± 0.70a	29.24 ± 0.51c	98.57 ± 0.19a
			7	56.99 ± 0.52a	34.93 ± 0.53a	94.49 ± 0.15b
			14	54.77 ± 1.12b	33.31 ± 0.79b	91.71 ± 0.36c

n≥8

3 讨论和结论

果实采收的早晚与果实的品质优劣及采后耐贮性有密切关系^[13–15,20–24]。采收过早,果实还没有成熟,不能达到果实固有的风味,品质较差;采收过晚,果实已经完全成熟,在贮藏过程中极易失去固

有的风味和良好的品质,不耐贮藏,因此确定适宜的采收时间是保持果实采后贮藏品质和提高耐贮性的一个重要措施。

猕猴桃是呼吸跃变型果实,呼吸代谢与采后猕猴桃果实品质的变化及衰老进程密切相关。吴彬

彬等^[20]报道,采收早期的海沃德猕猴桃呼吸强度较高而 TSS 含量较低,贮藏过程中品质劣变较快,易腐烂不耐贮藏。本研究表明,采收期 I 的金艳猕猴桃果实在常温贮藏过程中最早出现呼吸高峰,TSS 含量较低,果实内源物质消耗迅速,果实失重加快,TA 和 Vc 含量在常温以及低温贮藏货架期迅速下降,但在贮藏前期果实保持较高硬度,然后迅速下降。这是因为果实还未成熟,不能达到固有风味,贮藏中品质劣变较快^[20-24]。采收期 IV 的果实 TSS 含量较高,贮藏前期出现一个微弱的呼吸峰,在常温贮藏及低温贮藏货架期的果实硬度、TA 以及 Vc 含量显著降低,具备良好的风味,但衰老进程快,不耐贮藏;而采收期 II 和 III 的猕猴桃果实呼吸高峰推迟,能保持较高的果实硬度、TA、Vc 以及 TSS 含量,在贮藏过程中各参数缓慢降低,较耐贮藏。同时,在常温贮藏及低温贮藏货架后期,采收期 I 和 IV 的猕猴桃果实比其余两个采收期的果实腐烂程度加剧,明显降低了商品价值(数据未显示)。因此,采收期 II 和 III 可作为金艳猕猴桃适宜的采收期,这与以 10 月中旬为海沃德猕猴桃适宜采收期的结果相似^[20]。

采后贮藏过程中,果实颜色的变化从另一方面反映了果实的后熟和衰老进程^[24]。本研究从亮度 L*、色度 C*和色彩角 h 等 3 个方面探讨了金艳猕猴桃颜色的变化。结果表明,随着常温贮藏时间的延长,果实亮度 L*、色度 C*和色彩角 h 显著降低,表现为果肉色泽变暗,颜色变黄;而低温贮藏,随着货架期的延长果实色彩角 h 变化比较明显,而亮度 L*和色度 C*变化相对缓和,表现为果肉色泽变化不大而颜色变黄。说明低温可以保持果实色泽,而色彩角 h 可作为一个反映金艳猕猴桃果实后熟和衰老程度的颜色指标。这与周慧娟^[24]等以亮度 L*作为反映大团蜜露水蜜桃果实后熟和衰老程度的指标有所区别。

综上所述,以 10 月中下旬(采收期 II 和 III)为金艳猕猴桃适宜采收时期,有利于保持果实较好的品质、耐贮性以及商品价值;而色彩角 h 可以作为一个合适的指标反映猕猴桃果实的后熟和衰老;同时低温延长了果实贮藏时间并能保持良好的品质和色泽。但在实际的栽培生产中要真正实现对金艳猕猴桃科学合理的采收以维持果实的品质和长久贮藏,还需要考虑栽培条件、气候情况以及病虫害对果实的影响。

参考文献

- [1] Xu X B(徐小彪), Zhang Q M(张秋明). Researches and utilizations of germplasm resource of kiwifruit in China [J]. Chin Bull Bot(植物学通报), 2003, 20(6): 648-655.(in Chinese)
- [2] Fisk C L, Silver A A, Strik B C, et al. Postharvest quality of hardy kiwifruit (*Actinidia arguta* 'Ananasnaya') associated with packaging and storage conditions [J]. Postharv Biol Techn, 2008, 47(3): 338-345.
- [3] Marsh K B, Boldingh H L, Shilton R S, et al. Changes in quinic acid metabolism during fruit development in three kiwifruit species [J]. Funct Plant Biol, 2009, 36(5): 463-470.
- [4] Song L L, Gao H Y, Chen H J, et al. Effects of short-term anoxic treatment on antioxidant ability and membrane integrity of postharvest kiwifruit during storage [J]. Food Chem, 2009, 114(4): 1216-1221.
- [5] Yin X R, Allan A C, Zhang B, et al. Ethylene-related genes show a differential response to low temperature during 'Hayward' kiwifruit ripening [J]. Postharv Biol Techn, 2009, 52(1): 9-15.
- [6] Zhang B, Yin X R, Li X, et al. Lipooxygenase gene expression in ripening kiwifruit in relation to ethylene and aroma production [J]. J Agri Food Chem, 2009, 57(7): 2875-2881.
- [7] Park H S, Lim H T, Park Y M. Effect of fruit maturity on the quality of 'Tsugaru' apples during cold storage and simulated marketing [J]. J Kor Soc Hort Sci, 1994, 35(6): 593-598.
- [8] Elgar H J, Watkins C B, Murray S H, et al. Quality of 'Buerre Bose' and 'Doyenne du Comice' pears in relation to harvest date and storage period [J]. Postharv Biol Techn, 1997, 10(1): 29-37.
- [9] Lalel H J D, Singh Z, Tan S C. Maturity stage at harvest affects fruit ripening, quality and biosynthesis of aroma volatile compounds in 'Kensington Pride' mango [J]. J Hort Sci, 2003, 78(2): 225-233.
- [10] Gercekcioglu R, Cekic C, Filiz A. Physiological and chemical changes during harvest maturity in apple cultivars [J]. Asian J Chem, 2004, 16(3/4): 1555-1561.
- [11] Gercekcioglu R, Filiz A. Physiological and chemical changes during harvest maturity in peach cultivars [J]. Asian J Chem, 2006, 18(1): 509-514.
- [12] Ladaniya M S, Mahalle B C. Changes in 'Mosambi' orange (*Citrus sinensis* Osbesk) fruit during maturation under a sub-humid tropical climate [J]. Trop Agri, 2005, 82(3/4): 285-293.
- [13] Beirao-da-Costa S, Steiner A, Correia L, et al. Effects of maturity stage and mild heat treatments on quality of minimally processed kiwifruit [J]. J Food Eng, 2006, 76(4): 616-625.
- [14] do Amarante C V T, Megguer C A. Postharvest quality of jelly palm fruits as a result of maturity stage at harvest and temperature management [J]. Cienc Rural, 2008, 38(1): 46-53.
- [15] Erkan M, Pekmezci M. Harvest date influences superficial scald development in Granny Smith apples during long term storage [J]. Turk J Agri For, 2004, 28(6): 397-403.
- [16] Chen X Z(陈绪中), Li L(李丽), Wang S M(王圣梅), et al. Comparative studies on biological characteristics of four kiwifruit cultivars [J]. J Anhui Agri Univ(安徽农业大学学报), 2007, 34

- (1): 117–119.(in Chinese)
- [17] Liu T(刘亭), Qian Z J(钱政江), Qu H X(屈红霞), et al. Measurement of respiration intensity of harvested fruits and vegetables with LI-6262 CO₂/H₂O analyzer [J]. Store Proc(保鲜与加工), 2010, 10(4): 55–56.(in Chinese)
- [18] Zhang W Y(张文英), Jiang X K(姜晓坤). Effects of harvest date on the quality of Golden Red apple during storage [J]. Food Res Develop(食品研究与开发), 2009, 30(12): 144–146.(in Chinese)
- [19] Koukounaras A, Sfakiotakis E. Effect of 1-MCP prestorage treatment on ethylene and CO₂ production and quality of ‘Hayward’ kiwifruit during shelf-life after short, medium and long term cold storage [J]. Postharv Biol Techn, 2007, 46(2): 174 – 180.
- [20] Wu B B(吴彬彬), Rao J P(饶景萍), Li B Y(李百云), et al. Effect of harvest date on fruit quality and storage duration of kiwifruit [J]. Acta Bot Boreal-Occid Sin(西北植物学报), 2008, 28(4): 788–792.(in Chinese)
- [21] Zhang W S(张望舒), Zheng J S(郑金士), Wang G Y(王国云), et al. Changes in respiratory rate, ethylene production rate and quality of postharvest Chinese bayberry fruits with different maturities [J]. J Plant Physiol Mol Biol(植物生理与分子生物学报), 2005, 31(4): 417–424.(in Chinese)
- [22] Zhao X F(赵晓芳), Liang L S(梁丽松), Wang G X(王贵禧), et al. Influence of different maturity degrees on behavior of storage and transport and its commodity quality of ‘Bayuecu’ peach fruits [J]. Chin Agri Sci Bull(中国农业科学通报) 2008, 24(4): 167–171.(in Chinese)
- [23] Hong S J, Son D S, Park S W, et al. Changes in fruit characteristics of early maturing *Pyrus pyrifolia* during maturation and determination of optimum harvest date [J]. J Korean Soc Hort Sci, 1997, 38(6): 713–716.
- [24] Zhou H J(周慧娟), Qiao Y J(乔勇进), Zhang S L(张绍铃), et al. Study on the effects of different maturity on the fruit shelf-qualities and difference in metabolism of Datuanmilu honey peach cultivar [J]. J Fruit Sci(果树学报), 2010, 27(2): 244–250.(in Chinese)