

采收期及贮藏方式对瓦里短枝苹果生理变化的影响*

张 坤,王发林,尹晓宁,刘小勇
(甘肃省农业科学院 林果花卉研究所,兰州 730070)

摘 要: 为研究采收期及贮藏方式对瓦里短枝苹果生理变化的影响,以瓦里短枝苹果为材料,在室温(温度 16~27℃,RH 28%~40%)、地窖(温度 13~18℃,RH 54%~62%)和冷藏[温度(4±1)℃,RH 85%~95%]条件下进行试验。结果表明:①盛花后 157 d,单果质量无明显增加;②室温贮藏 10 d,采摘 V、Ⅵ期果实乙烯释放高峰出现,达到可食用状态;贮藏 20 d,采摘Ⅱ、Ⅲ期果实硬度较高;③地窖贮藏下,Ⅱ~Ⅳ期果实乙烯释放高峰分别出现于 25 d、20 d、20 d,贮藏 30 d 时果实硬度依然保持在 6.00 kg·cm⁻² 以上,风味良好;采摘 V、Ⅵ期苹果贮藏 20 d 后,硬度均降到 5.00 kg·cm⁻² 左右,肉质绵;④冷藏条件下,不同采摘期果实贮藏 120 d 后,硬度均在 6.00 kg·cm⁻² 以上,可溶性固形物含量>15%,贮藏特性良好。

关键词: 瓦里短枝苹果;采收期;贮藏;生理变化

中图分类号:S662.1 文献标识码:A 文章编号:1004-1389(2010)08-0132-05

Effect of Harvest Date and Storage Method on Physiological
Changes of Vallee Spur Del Apples

ZHANG Kun, WANG Falin, YIN Xiaoning and LIU Xiaoyong

(Institute of Fruit and Floriculture Research, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou 730070, China)

Abstract: Vallee spur Del apple was used to study the effect of harvest date and storage condition on fruit physiological characteristics. The results showed that physiology index had great change during maturation, 157 days after bloom; single fruit weight did not increase any more. Under room conditions (Temperature 13—18℃, RH 64%—70%), fruits harvested in V and Ⅵ period had ethylene release peak of on 10th day after storage and reached edible state, fruit ripening date was shorten obviously; firmness of fruits harvested in Ⅱ and Ⅲ period was higher than others and still over 6.00 kg·cm⁻² 20th day later after storage. In cellar conditions (Temperature 13—18℃, RH 64%—70%), ethylene release peak of fruits harvested on Ⅱ—Ⅳ appeared on 25th day, 20th day and 20th day, respectively, firmness was over 6.00 kg·cm⁻² after storage for 30 days and flavor good; The fruits harvested in V and Ⅵ had early ethylene release peak (15th day and 10th day respectively), 20 days later, soluble solid content was high, but fruits firmness decreased to 5.00 kg·cm⁻², and flesh main. Under cold conditions [Temperature (4±1)℃, RH 85%—95%], ethylene release peak of fruits harvested from I to Ⅳ appeared from 75 days to 105 days; After 120 days, firmness of all samples was over 6.00 kg·cm⁻², soluble solid content was more than 15%, and showed excellent storage quality.

Key words: Vallee spur Del apple; Physiological characteristic; Harvest date; Storage quality

瓦里短枝 (Vallee spur Del Apple) 苹果品种 为首红 (Red Chief Delicious Apple) 的芽变品种,

* 收稿日期:2009-12-02 修回日期:2010-01-25
基金项目:国家科技支撑计划项目(2007BAD52B03)。
第一作者:张 坤,硕士,研究实习员,从事苹果栽培研究。E-mail:zhangkunchinaa@126.com
通讯作者:王发林,博士,研究员。E-mail: wangfalin@263.net

来源于美国华盛顿。该品种在甘肃天水地区表现为果面浓红,果形端正高桩、五棱突出明显,果肉松脆、汁液多、香气浓郁,深受中国南方和东南亚市场的青睐。瓦里短枝苹果在贮藏期间极易受环境影响发生呼吸和乙烯跃变,造成硬度下降,水分减少,肉质发绵,品质降低^[1]。目前,关于苹果采收期和贮藏性研究已有很多报道^[2-5],但多集中于通过外使化学激素控制乙烯合成,达到延长贮藏的目的^[6-7]。自然条件下,针对不同贮藏方式的适宜采收期研究较少。本文在参考当地常用贮藏方式的基础上,研究不同成熟度瓦里短枝苹果在3种贮藏方式下的果实生理变化,为苹果适时采摘及贮藏提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于天水市花牛镇南山坪。当地海拔1 180 m,年均气温8.5~10.8℃,年极端最低温-17.4℃,1月份平均气温-2.4℃,6-8月份平均气温18.4~23℃,8-10月份昼夜温差10~15℃,年降水量500~600 mm,光照充足(年日照时数1 700~2 300 h)。园地为山台地,土层深厚。

1.2 材料及处理

试验品种为瓦里短枝品种,7 a生,砧木为八棱海棠,纺锤树型,株行距3 m×5 m。全园覆三叶草,滴灌,管理水平较高。随机选3株长势和结果量基本一致的树,在树冠中部及四周位置每次取75个果实。试验设6个采摘期,采摘Ⅰ期在盛花后136 d,以后每隔约5 d采果1次,依次为采摘Ⅱ期(140 d)、Ⅲ期(145 d)、Ⅳ期(151 d)、Ⅴ期(157 d)、Ⅵ期(170 d)期。采摘后,挑选无病虫害,无机械伤的苹果,用塑料网套包装后分层装入瓦楞纸箱中,码放在贮藏室内。贮藏方式为室温贮藏(温度16~27℃,RH 28%~40%)、地窖贮藏(温度13~18℃,RH 54%~62%)和冷藏[保鲜库贮藏,温度(4±1)℃,RH 85%~95%]。

1.3 测定项目与方法

取样时每次随机取5个果实测各指标值,重复3次。果实硬度采用GY-1型果实硬度计,测定果实中部阴、阳两面,取均值作为该果实硬度。可溶性固形物含量采用WYT型手持测糖仪测定,测量方法同“1.3.1”。总糖含量采用菲林试剂滴定法测定。单宁含量采用比色法测定。可滴定

酸含量采用酸碱滴定法测定。淀粉-碘染色指数参考Robert K. Prange^[8]的方法。

以上指标,贮藏开始第1天测1次,此后室温、地窖贮藏的苹果每10 d测1次,冷藏的苹果每30 d测1次。

乙烯释放速率的测定参考马海军的方法^[9],用岛津GC-14A型气相色谱仪测定,然后计算乙烯释放速率。室内贮藏、地窖贮藏的果实于贮藏后第1天开始测,以后每隔5 d测1次;冷藏的果实每隔15 d测1次。

采用Excel软件进行统计处理,用SSR法进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 采收期对瓦里短枝苹果生理的影响

由表1知,采摘Ⅰ~Ⅵ期苹果总含糖量由73.00 mg·g⁻¹提高到112.70 mg·g⁻¹,增加54.4%,其中采摘Ⅱ~Ⅵ期总糖含量均达极显著差异;采摘Ⅰ与Ⅱ期可滴定酸含量差异极显著,而采摘Ⅱ~Ⅴ期无明显差异,采摘Ⅵ期果实可滴定酸含量显著下降,主要是果实成熟度高所致;采摘期内淀粉-碘染色指数由1.23增加到6.42,增加了4.07倍,除采摘Ⅱ、Ⅲ期外,其他均达到极显著差异,对其与总糖含量进行回归分析,发现两者极显著相关($R^2=0.961$),说明淀粉不断被水解转化为可溶性糖;可溶性固形物含量与总糖含量变化规律一致,采收期内由11.28%增加到14.78%,盛花151 d后,总糖含量增幅较快;果实硬度在采摘期内由11.79 kg·cm⁻²降低到9.87 kg·cm⁻²,10月果实硬度仍保持在9 kg·cm⁻²左右,较已有报道高^[3];不同采摘期果实的单宁含量均达到极显著差异水平,采摘后期单宁降幅较大,但涩味较重,不易食用;盛花157 d后,果实单果质量无明显增加,不同采摘期果实单果质量均差异极显著。

2.2 不同贮藏方式对瓦里短枝苹果生理变化的影响

2.2.1 乙烯释放速率的变化 果实成熟度及贮藏方式对乙烯释放高峰的出现时间和峰值影响很大。从图1可见,冷藏下,不同采摘期果实乙烯释放高峰在贮后75~105 d期间,地窖贮藏下在10~25 d期间,而室温贮藏下在10~20 d期间;室温下乙烯释放峰值为54.21~63.34 μL·kg⁻¹·h⁻¹,较冷库贮藏和地窖贮藏分别高93.08%、7.

14%，较高温度使乙烯释放提前且峰值高。

表 1 采收期对瓦里短枝苹果品质指标变化的影响

Table 1 Effect of harvest date on fruit quality of vallee spur del apple

采摘时间 Harvesting stage	总糖/(mg·g ⁻¹) Total sugar content	可滴定酸 /(mg·g ⁻¹) Titratable acids	单宁 /(mg·g ⁻¹) Tannin content	淀粉指数 Starch index	可溶性固形物/% Soluble solid content	硬度 /(kg·cm ⁻²) Firmness	单果质量/g Single fruit weight
I	73.00eE	2.92aA	0.75aA	1.23eE	11.28eE	11.79aA	254.3eE
II	73.60eDE	2.65bB	0.63bB	1.85dD	11.42eDE	11.35bB	259.40dD
III	75.90dD	2.63bB	0.54cC	2.02dD	11.57dD	11.18bB	265.20cC
IV	85.20cC	2.61bB	0.50dD	3.45cC	11.88cC	10.60cC	269.30bB
V	102.30bB	2.42cBC	0.39eE	4.56bB	12.95bB	10.20dD	273.80aA
VI	112.70aA	2.24dC	0.28fF	6.42aA	14.78aA	9.87eE	274.60aA

注:同列内不同小写字母表示经检验在 0.05 水平上差异显著,大写字母表示在 0.01 水平上差异显著。

Note: Different capital and small letters indicate significant difference at $P=0.01$ and 0.05 level respectively.

室温贮藏 5 d, 采摘Ⅳ~Ⅵ期果实乙烯释放量迅速增加, 采摘Ⅰ~Ⅲ期果实乙烯释放量增加缓慢; 贮藏 10 d, 采摘Ⅴ、Ⅵ期乙烯释放量达到高峰, 为 $62.00\text{ }\mu\text{L}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ 左右, 果实后熟时间明显缩短; 贮藏 15 d, 采摘Ⅲ、Ⅳ期果实乙烯释放达到高峰, 为 $60.00\text{ }\mu\text{L}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$; 贮藏 20 d, 采摘Ⅰ、Ⅱ期果实乙烯释放达到高峰, 峰值降到 $50.00\text{ }\mu\text{L}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ 左右。地窖贮藏 5 d, 不同采摘期果实乙烯释放缓慢增加, 贮藏 10 d, 采摘Ⅵ期苹果乙烯释放量达最高峰 $60.58\text{ }\mu\text{L}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ 。

h^{-1} , 而采摘Ⅰ~Ⅴ期果实乙烯释放高峰分别出现于 25 d、25 d、20 d、20 d、15 d, 乙烯释放峰时间推迟。冷藏下, 不同采摘期果实乙烯释放高峰出现时间明显推迟且峰值小, 冷藏 75 d, 采摘Ⅳ、Ⅵ期果实乙烯释放达到高峰, 但峰值仅为室温下乙烯释放峰值的 50% 左右; 冷藏 90 d, 采摘Ⅱ、Ⅲ、Ⅴ期果实乙烯释放达到高峰 $30.00\text{ }\mu\text{L}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$; 采摘Ⅰ期的乙烯释放高峰出现于贮藏后 105 d, 峰值仅为 $27.81\text{ }\mu\text{L}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ 。

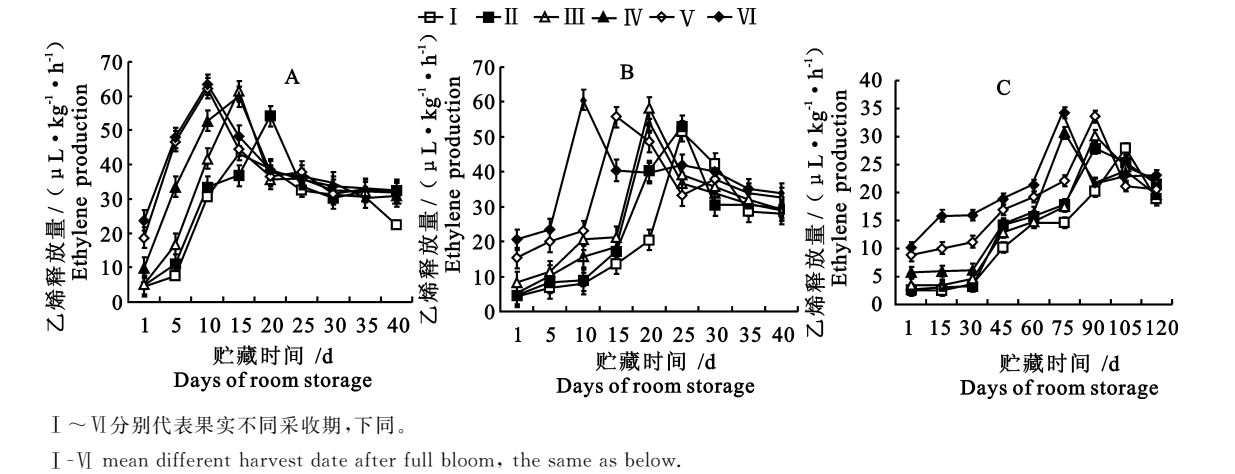


图 1 室内贮藏(A)、地窖贮藏(B)和冷藏(C)条件下乙烯释放量变化

Fig. 1 Change of ethylene production of vallee spur Del Apple in room(A), cellar (B) and cold storage (C) conditions

2.2.2 不同贮藏方式下可滴定酸含量的变化

可滴定酸是重要的呼吸底物, 3 种贮藏方式下可滴定酸含量变化趋势基本一致(图 2), 随着贮藏期延长, 可滴定酸含量逐渐降低, 但降幅不同。室温下温度高, 果实呼吸强度高, 可滴定酸下降快, 但随贮藏时间延长, 不同采摘期果实可滴定酸降幅明显变小, 如采摘Ⅳ期苹果, 室温贮藏 1~10 d 与 30~40 d 相比, 可滴定酸分别降低了 0.16 、 $0.04\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$; 贮藏 10 d, 采摘Ⅲ、Ⅳ期苹果可滴定酸降幅较大, 分别达 20.75% 、 21.84% , 降至

$2.00\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 左右。地窖贮藏下, 不同采摘期果实贮藏后 1~20 d 可滴定酸含量下降较快, 且早采摘果实可滴定酸含量下降幅度大, 如贮藏 10~20 d 期间, 采摘Ⅰ、Ⅵ期苹果分别降低 16.7% 和 0.98% ; 贮藏 20 d, 采摘Ⅱ~Ⅴ期果实可滴定酸含量为 $2.12\sim 2.20\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$, 无明显差异。冷藏下, 不同采摘期果实可滴定酸含量同样表现出贮藏前期降低较快, 贮藏 120 d, 采摘Ⅵ期果实可滴定酸含量最低, 为 $2.01\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$, 采摘Ⅰ~Ⅴ期可滴定酸含量在 $2.16\sim 2.30\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 。

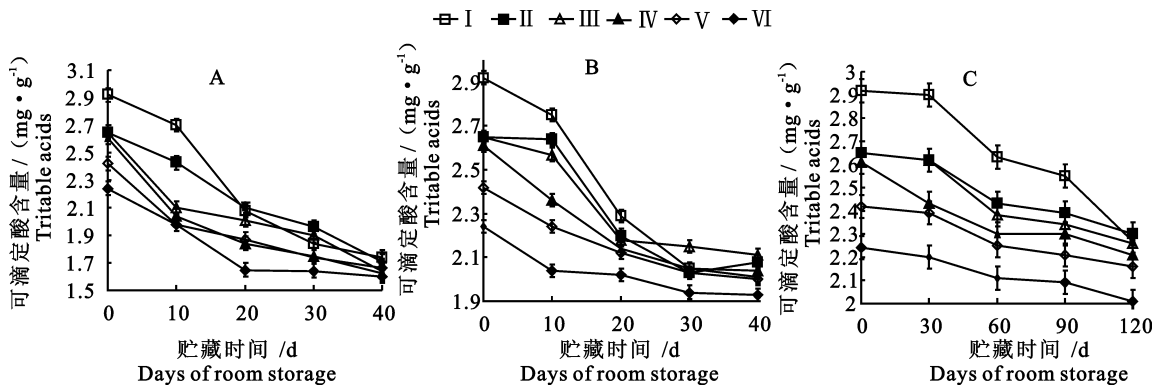


图 2 室内贮藏(A)、地窖贮藏(B)和冷藏(C)条件下可滴定酸含量的变化

Fig. 2 Change of titratable acids of Vallee spur Del Apple under room(A), cellar (B) and cold storage (C) conditions

2.2.3 不同贮藏方式下果实硬度变化 元帅系苹果在贮藏期间,硬度下降快,对果实品质影响很大。从图 3 可见,随贮藏期延长,不同贮藏条件下的果实硬度均呈逐渐下降趋势。室温和地窖贮藏下果实硬度变化曲线基本一致,表现为贮后 1~20 d 下降较快,贮后 20~40 d 下降较慢,而冷藏下果实硬度前期下降较慢,后期下降较快。

室温贮藏 10 d,采摘Ⅳ~Ⅵ期果实硬度下降快,分别下降到 6.84、6.31 和 6.53 $\text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$;贮藏 20 d,Ⅳ~Ⅵ期果实硬度均下降到 6.00 $\text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$ 以下,苹果在贮藏过程中的软化与淀粉

含量下降有着直接的关系^[10]。试验发现贮后 10 d 左右,Ⅳ~Ⅵ期果实均不能在碘液作用下染色;而采摘Ⅱ、Ⅲ期果实贮后 20 d 硬度保持在 6.00 $\text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$ 左右。地窖贮藏下果实硬度在贮藏前期下降较快,而后期下降较慢,如采摘Ⅲ期果实在贮藏 10~20 d 和 30~40 d 期间,果实硬度分别降低了 2.30 和 1.18 $\text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$;贮藏 20 d 采摘Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ期果实硬度明显高于其他时期,在 10.00 $\text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$ 左右。冷藏 60 d,采摘Ⅰ、Ⅵ期果实硬度下降最大;贮藏 120 d,采摘Ⅰ~Ⅴ期果实硬度均在 7.00 $\text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$ 左右,适合食用。

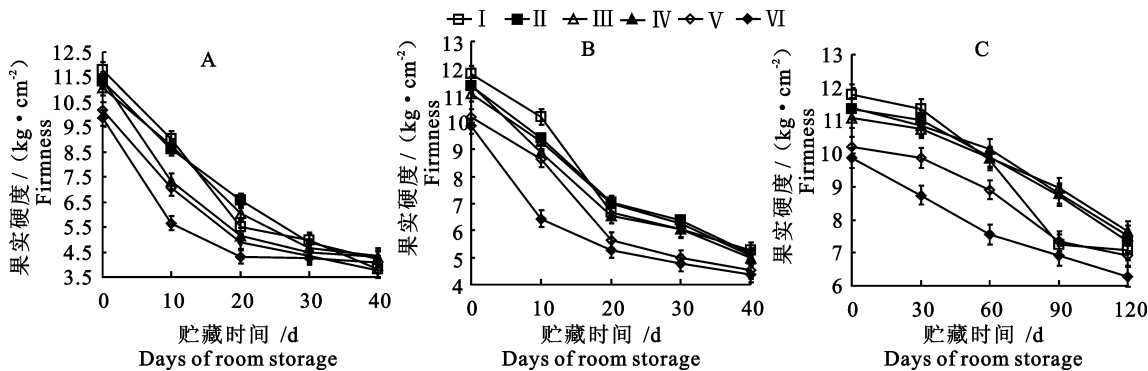


图 3 室内贮藏(A)、地窖贮藏(B)和冷藏(C)下果实硬度的变化

Fig. 3 Change of firmness of Vallee spur Del Apple under room(A), cellar (B) and cold storage (C) conditions

2.2.4 不同贮藏方式下可溶性固形物含量变化 由图 4 可以看出,贮藏 10 d,室温和地窖贮藏下可溶性固形物增加较快,不同采摘期可溶性固形物含量平均为 15.12%、14.40%,增幅分别为 22.82%、16.91%;贮后 20 d,可溶性固形物含量增加缓慢或略有下降;贮后 40 d,室温和地窖贮藏下可溶性固形物平均为 16.21%、15.96%;而冷藏 30 d 后,不同采摘期果实可溶性固形物增加较快,贮后 120 d,可溶性固形物含量平均为 15.56%。

室温下,不同采摘期果实随贮藏期延长,可溶性固形物含量差异变小。贮藏 10 d,采摘Ⅱ~Ⅵ

果实可溶性固形物含量均达到 16.00% 左右,采摘晚苹果的可溶性固形物含量稍高。地窖贮藏下,果实可溶性固形物含量较室温下升高慢,贮藏 20 d,采摘Ⅳ~Ⅵ期果实可溶性固形物含量较高为 16.17、16.17 和 16.34 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$;贮藏 30 d,采摘Ⅱ~Ⅳ期果实的可溶性固形物含量较高,分别为 16.20、16.15 和 16.12 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 。冷藏下采摘晚的苹果在贮藏中可溶性固形物含量增幅小,如采摘Ⅴ、Ⅵ期苹果贮藏 90 d 后,分别只增加了 14.60% 和 2.76%,而采摘Ⅰ、Ⅱ期苹果则分别提高 22.60% 和 18.50%,到贮藏后期,采摘Ⅱ~Ⅴ

期苹果的可溶性固形物含量均超过 15.50%。

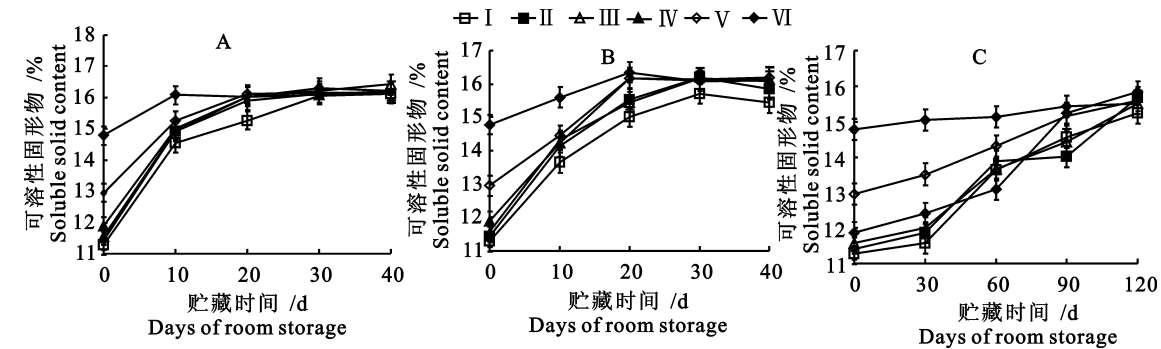


图 4 室内贮藏(A),地窖贮藏(B),冷藏(C)下可溶性固形物含量变化

Fig. 4 Change of soluble solid content of Vallee spur Del Apple under room(A), cellar (B)and cold storage (C)conditions

3 讨论与小结

苹果成熟度与贮藏性有密切关系,苹果成熟度高,贮藏期间乙烯跃变提前,提前衰老;成熟度低,单果质量小,着色差,果实固有风味没有体现出来^[11]。合理确定瓦里短枝苹果的最适采收期是延长其贮藏期的关键。

室温下乙烯跃变时间提前,果实硬度和可滴定酸呈下降趋势,可溶性固形物呈上升趋势。

贮后 10 d,采摘 V、VI 期果实乙烯释放达到高峰,后熟时间明显缩短,果实硬度迅速下降,其中采摘 VI 期果实硬度低于 6%;贮后 20 d,采摘 III、IV 期果实乙烯释放达到高峰,不同采摘期果实具有较高的可溶性固形物含量,15.27%~16.02%,但采摘 I、IV、V 果实硬度低于 6%;贮后 30 d,不同采摘期果实虽具有较高的可溶性固形物含量和较低的可滴定酸含量,但果实硬度均 4.27~4.96 kg·cm⁻²,超出最佳食用期。所以用于室温贮藏的苹果建议在盛花后 140~145 d 采摘,可贮藏 10~20 d。

地窖贮藏 10 d,采摘 VI 期果实乙烯释放高峰出现,果实硬度降到 6.44 kg·cm⁻²,可溶性固形物含量最高达 15.59%,处于最佳食用期;贮后 20 d,采摘 V 期果实乙烯释放达到高峰,此时采摘 V、VI 果实硬度分别降至 5.64 和 5.27 kg·cm⁻²,而采摘 II~IV 期果实硬度均在 7% 左右,可溶性固形物含量在 15% 以上,适合食用;贮后 30 d,采摘 III、IV 期乙烯释放高峰出现,采摘 II~IV 期果实硬度在 6.04~6.37 kg·cm⁻²,而其可溶性固形物含量则在 15.7%~16.2%;贮后 40 d,不同采摘期果实硬度为 4.37~5.27 kg·cm⁻²,且果实失水严重。所以地窖贮藏 20~30 d,建议在盛花后 140~151 d 采摘。

冷藏条件下,果实乙烯释放高峰在贮后 75~105 d,贮藏结束(贮后 120 d),不同采摘期果实可溶性固形物含量为 15.23%~15.84%,可滴定酸含量低于 0.30%,采摘 I~IV 期果实硬度均在 7.00 kg·cm⁻² 以上,而采摘 I、V、VI 期果实硬度分别降到 6.08、6.44 和 6.27 kg·cm⁻²,均处于可食用状态,显示出良好的贮藏特性。

果实成熟除受本身生理特性影响外,还受到当地的栽培条件和当年气候条件的影响,因此,采收期的确定比较难。目前,评价果实成熟的指标很多,但大多考虑单因素的影响,对不同指标之间相互关系及对果实成熟的影响,有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 夏春森,王兰英. 红星苹果在贮藏中果肉发绵生理过程的研究[J]. 园艺学报,1981,8(2):31-38.
- [2] 鲁玉妙,范崇辉,高 华,等. 粉红女士苹果果实主要形态与理化指标变化的研究[J]. 西北农业学报,2008,17(5):233-236.
- [3] 杨每宁,杨振伟,傅 友,等. 新红星苹果不同日期采收对果实品质的影响[J]. 烟台果树,1998(2):26-27.
- [4] 侯智霞,张王里,田志喜. 水杨酸对新红星苹果果实乙烯合成酶的影响[J]. 果树学报,2002,19(2):83-86.
- [5] 魏建梅,朱向秋,袁军伟,等. 1-MCP 对采后嘎拉苹果果实淀粉及细胞壁成分变化的影响[J]. 华北农学报,2008,23(增刊):121-124.
- [6] 郭 燕,马书尚,朱玉涵,等. 1-MCP 对不同成熟度粉红女士苹果贮藏生理和品质的影响[J]. 果树学报,2007,24(4):415-421.
- [7] 韩冬芳,马书尚,王 鹰,等. 1-MCP 对新红星苹果乙烯代谢和贮藏品质的影响[J]. 园艺学报,2003,30(1):11-14.
- [8] Robert K Prange, John M De. Long Determination of Maturity for Long-Term Storage of Apples [C]// Agriculture and Agri-Food Canada, Atlantic Food and Horticulture Research Centre, 14th Annual Postharvest Conference, Yakima, Washington March,1998:10-11.
- [9] 马海军,饶景萍,张晓荣. 大果水晶梨采后生理生化变化研究[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2007,35(8):97-101.
- [10] 雷 琴,任小林. 秦冠和富士苹果果实成熟过程中的质地变化特性[J]. 西北农业学报,2007,16(1):213-216
- [11] 张 兰,王宏国. 不同成熟期瑞迪娜苹果品质测定[J]. 安徽农业科学,2007,35(22):6753-6754.