

# 元帅系苹果贮藏期间芳香物质的含量变化

牛自勉<sup>1</sup> 王贤萍<sup>1</sup> 许月明<sup>2</sup> 林桂荣<sup>3</sup> 李全<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> 山西省农业科学院果树研究所, 太谷 030800; <sup>2</sup> 浙江省林业科学研究所, 杭州; <sup>3</sup> 沈阳农业大学, 沈阳)

**摘 要** 以元帅系苹果为试材, 在小袋气调贮藏、大帐气调贮藏及低温冷藏三种条件下, 采用气相色谱法(GC) 分析贮藏期间果肉中芳香物质含量变化, 结果表明: ①低温冷藏时, 红星苹果贮藏初期乙醛、乙醇及乙酸乙酯含量低, 60 天时形成高峰, 其后持续下降, 呈跃变形。小袋简易气调贮藏时, 果肉中乙醇和乙酸乙酯含量低, 贮藏后期乙醛含量显著上升。②小袋气调贮藏时, 红星苹果乙醛含量低于短枝型品种新红星及首红, 而乙酸乙酯含量高于短枝品种。贮藏 90 天时, 红星苹果乙醛含量下降及乙酸乙酯增加更为明显。③小袋气调贮藏时, 测出了红星苹果 3 种 4 大类芳香物质, 其中醇类和酯类物质有明显高峰期, 醛类贮藏期持续上升, 酮类则无显著差异。小袋简易气调贮藏的芳香物质总量在 90 天时最高, 与果肉固形物测定结果相吻合。大帐气调贮藏则在 20 天出现芳香物质高峰期。这一滞后现象使红星苹果的贮藏期延长 30 天左右。

**关键词** 元帅系苹果 芳香物质 贮藏 气相色谱

低温气调贮藏能够抑制苹果果实呼吸<sup>[3]</sup>, 阻抑乙烯合成和果胶水解<sup>[2]</sup>, 是提高苹果贮藏质量的途径之一, 同时也对果实的风味品质产生影响<sup>[4,5]</sup>。果肉芳香物质是苹果风味品质的主要构成成分。近年来随着色谱技术的发展, 在苹果贮藏期间挥发性芳香物质测试方面取得了一定的进展<sup>[1,6]</sup>。Streif<sup>[7]</sup>, Willaert<sup>[5]</sup>证实, 金冠苹果 CA 贮藏条件下芳香物质含量下降。然而, 元帅系苹果采后芳香物质的变化研究较少。本试验系统测试了元帅系品种在不同贮藏条件下芳香物质的含量变化, 探讨了芳香物质与贮藏质量的关系, 为元帅系苹果贮藏期风味质量及最适贮藏期的研究提供了理论依据。

## 材料和方法

### 1.1 植物材料及处理方法

试验于 1992~1993 年在山西省农科院果树研究所(太谷)进行。供试苹果品种为红星、新红星、首红和艳红(*Malus pumila* Mill), 6~8 年生。试验果为一级果, 横径 75~80cm, 随机采自树冠外围中上部, 采后 4~5h 进行贮藏处理。

试验分低温冷藏、小袋简易气调贮藏及大帐气调贮藏 3 组, 贮藏期分别为 0, 30, 60, 90, 20 天。低温冷藏入窖温度为 5~6℃, 5 天后达 0~1℃, 维持温度至贮藏结束。小袋气调贮藏

采用厚度 0.06mm 聚乙烯膜, 每袋盛果 5kg, 扎口后自然呼吸降氧, 袋内 O<sub>2</sub> 浓度 2.6% ~ 4.8%, 温度同前。大帐气调贮藏稳定阶段帐内 O<sub>2</sub> 浓度为 2.0% ~ 2.8%, CO<sub>2</sub> 浓度为 6.8% ~ 0.%, 通过硅膜精确控制帐内 O<sub>2</sub> 及 CO<sub>2</sub> 浓度。

1.2 果实芳香物质的 GC 测定

不同处理的果实在室温下去皮, 果肉匀浆, 称样 00g, 在 00 条件下蒸馏 5min, 收集蒸馏液低温存贮, 分别在沈阳农业大学和浙江省林业测试中心进行 GC 分析。

采用岛津 GC-9 型气相色谱双气路氢火焰离子化检测器, 色谱为 3m 高不锈钢色谱柱, 内径 3mm, 固定液为聚乙二醇, 担体为 Chromosorb W(60~80 目), 固定液浓度为 4%。

分析条件: 柱温 50 , 进样 70 , 载气为 40ml/min, 空气 kg/cm<sup>2</sup>, 氢气 0.5kg/cm<sup>2</sup>, 量程 0, 衰减 7, 进样 2μl。

定量分析按照 C-R3 数据处理外标定量分析程序进行。首先按照分析结果配制已知浓度的混合标样, 将混合样中各组分的保留时间、浓度、进样量等试验条件输入数字处理机, 求出未知样品中各组分的含量。

2 结果与分析

2.1 不同贮藏条件下果肉芳香物质成分的变化

992 年 9 月至 993 年 月, 测定了红星苹果小袋简易气调贮藏及低温冷藏处理贮藏期间乙醇、乙醛、乙酸乙酯的含量变化(图 )。结果表明, 两种试验处理贮藏开始时果肉中 3 种芳香物质含量低, 随着贮藏期的延长芳香物质含量上升达峰值, 其后持续下降。低温冷藏条件下上述 3 种芳香物质 60 天时形成高峰, 而在小袋气调贮藏条件下, 果肉乙醇和乙醛含量高峰明显滞后, 分别在 90 和 20 天。另一方面, 贮藏期间小袋气调贮藏的乙醇及乙酸乙酯含量均低于低温冷藏处理。贮藏 90 和 20 天小袋气调的果实, 乙醛含量显著高于低温冷藏处理(P<0.0 ),

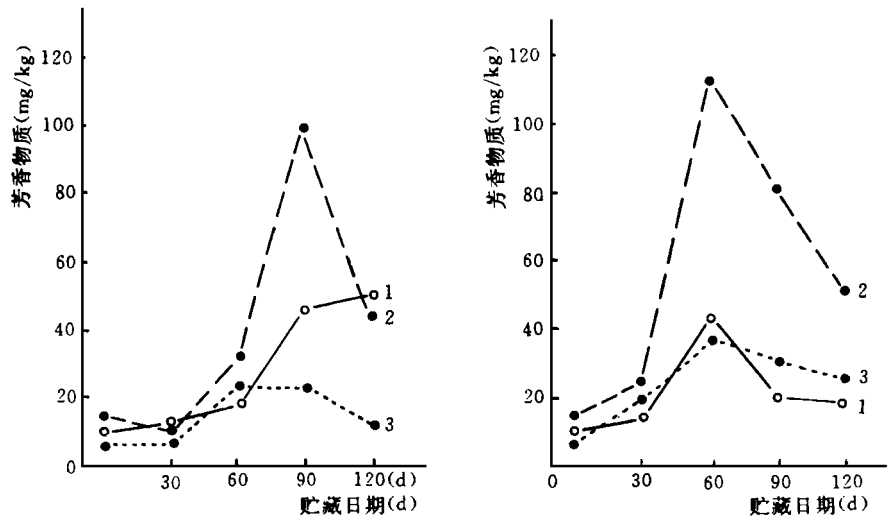


图 1. 红星苹果贮藏期果肉芳香物质的含量变化  
. 乙醛; 2. 乙醇; 3. 乙酸乙酯

表明贮藏条件对红星苹果芳香物质代谢有明显影响。

2.2 不同苹果品种贮藏期芳香物质的含量变化

以元帅系非短枝品种红星及短枝品种新红星、首红和艳红为试材,测定了小袋简易气调苹果贮藏 60 天、90 天时果肉的芳香物质(图 2)。结果表明,红星苹果乙醛含量低于短枝型品种新红星、首红及艳红,但果肉中乙醇及乙酸乙酯含量则高于短枝型品种。

在小袋简易气调贮藏条件下,短枝型品种贮藏 90 天时果肉中乙醛含量明显增加,含量显著高于非短枝型品种红星;而乙酸乙酯明显下降,含量显著低于红星苹果( $P < 0.05$ )。元帅系苹果小袋简易气调条件下芳香物质含量变化反映了苹果品种风味质量的变化。

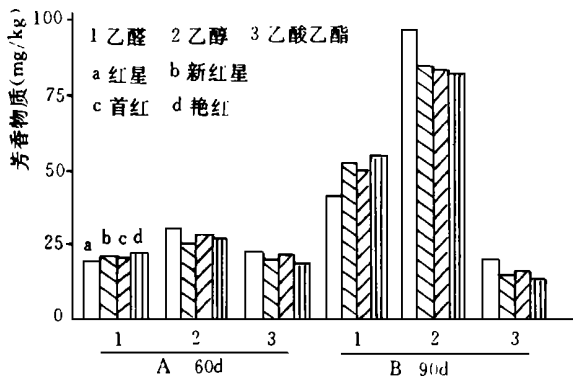


图 2 不同苹果品种贮藏期果肉芳香物质含量

2.3 气调贮藏条件下不同类型芳香物质的含量变化

2.3.1 小袋简易气调处理的芳香物质含量 小袋简易气调条件下红星苹果果肉醛类、酮类、醇类和酯类芳香物质及果肉可溶性固形物含量(表 1)测定结果表明,贮藏期间 4 类芳香物质中酮类化合物含量变化最小,不同时期处理差异不显著( $P > 0.05$ )。醇类物质和酯类物质贮至 90 天,醛类物质分别贮至 90 和 20 天的含量显著高于其他时期( $P < 0.05$ )。处理 90 天时,果肉可溶性固形物含量与贮藏初期相比没有显著下降,20 天处理的固形物含量则明显低于其他处理( $P < 0.05$ )。

表 1 不同贮藏期果肉芳香物质及固形物含量

贮 期 (d)	固形物含量 (%)	醛 类 (mg/kg)	酮 类 (mg/kg)	醇 类 (mg/kg)	酯 类 (mg/kg)
0	3.8 a	5.3 c	0.98 a	6.93 d	8.3 c
60	3.36 a	20.95 b	.25 a	23.44 c	53.5 ab
90	2.93 a	48.28 a	.4 a	0.4 a	67.85 a
20	2.5 b	5.33 a	0.96 a	48.3 b	44.90 b

小袋简易气调时,4 大类芳香物质不同贮藏期含量变化不同,90 天处理 4 大类芳香物质含量均最高,同期果肉固形物含量也维持最高含量水平。果肉芳香物质的测定结果与传统固形物测定结果相吻合,也与图 2 主要香气化合物测试结果相吻合,从果实风味品质角度来看,该期适于结束贮藏。

2.3.2 不同气调处理的芳香物质含量 同期测定了大帐堆藏与小袋简易气调贮藏期芳香物质的含量(表 2)。结果表明,小袋贮藏 90 天和 20 天处理的试验结果与表 1 的同期处理结果相似,90 天处理芳香物质总量最高,到 20 天时,芳香物质总量明显下降。大帐堆藏 90 天时的醛、醇及酯类物质含量均显著低于小袋同期处理,与小袋贮藏 60 天处理芳香物质含量相近。到 20 天时,大帐堆藏芳香物质出现跃变型上升,其含量接近小袋贮藏 90 天时最适贮藏出库期

的水平。大帐堆藏条件下红星苹果芳香物质含量变化滞后现象,使果实的贮藏期延迟一个处理时期,从而使大帐气调贮藏期延迟 30 天左右。

表 2 不同贮藏条件下果肉芳香物质含量( mg/kg)

芳香物质	90d		20d	
	大帐堆藏	小袋贮藏	大帐堆藏	小袋贮藏
酮类	. 5	. 0	. 03	0. 98
醛类	9. 45	48. 32	46. 80	48. 3
醇类	29. 24	0. 4	. 72	48. 94
酯类	40. 0	68. 05	69. 9	42. 96

3 讨论

试验结果表明, 低温冷藏条件下红星苹果芳香物质 60 天时形成高峰, 具典型的跃变型特点。小袋气调贮藏一方面滞后了芳香物质高峰形成时期, 也引起芳香物质含量的下降。小袋气调处理降低了红星苹果乙醇及乙酸乙酯含量, 这与 Streif<sup>[7]</sup>在金冠苹果上的试验结果一致。值得注意的是, 气调贮藏 60 天后乙醛含量持续上升, 贮藏结束时达到高含量水平。

乙醛是苹果芳香物质成分之一, 在贮藏开始时含量很低。小袋气调贮藏 90 天后, 一方面是醇类、酯类等微量香气物质的持续下降, 另一方面是乙醛含量的持续上升。乙醛绝对含量的增加以及乙醛与醇类、酯类物质平衡结构的改变, 必然影响到果实风味品质。通常认为气调贮藏的红星苹果香型不正甚至有异味, 认为元帅系短枝型品种风味品质下降, 是否与乙醛的浓度及平衡改变有关, 值得进一步研究。

气调贮藏条件下苹果芳香物质合成受抑, 含量下降, 目前结论趋于一致<sup>[4, 5, 7]</sup>, 而对于芳香物质高峰滞后带来的影响, 文献中尚不多见。本试验由于大帐气调贮藏 CO<sub>2</sub>和 O<sub>2</sub>测气精度高, 芳香物质含量低于小袋气温贮藏。然而随着贮藏期的推移, 20 天时大帐气调贮藏的芳香物质出现跃变式上升, 其含量达到和接近小袋气调贮藏 90 天贮藏出库时的水平。不难看出, 大帐气调贮藏芳香物质合成受抑、含量下降是暂时的, 而芳香物质高峰滞后、贮藏期延长才是问题的实质。因此, 在探讨红星苹果贮藏特性的研究中, 通过控制 CO<sub>2</sub>和 O<sub>2</sub>浓度, 进行严格的 CA 贮藏, 可以延缓果实挥发性芳香物质的代谢过程, 从而达到延长苹果贮藏期的目的。

参 考 文 献

林桂荣, 李宝江. 果实中挥发性物质的快速气相色谱检测. 北方果树, 988(4): 0 ~ 4

2 祁寿椿, 王春生, 刘愚. 苹果双向变动气调贮藏初步研究. 中国农业科学, 989, 22(4): 88 ~ 93

3 刘愚, 祁寿椿, 王春山. 苹果双变气调贮藏. 植物生理学报, 990, 6(4): 40 ~ 409

4 Brian DP, Stephen GSH, Michael K. Residual effects of CA storage on the production of volatile compounds by two varieties of apple. J Sci Fd Agric, 974, 25: 843- 849

5 Willaert GA, Pooter LD. Objective measurement of aroma quality of CA storage time. J Agric Fd Chem, 983, 3 : 809- 8 3

6 Haldel DH, Bangerth F. Inhibition of Autocatalytic C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>-biosynthesis by AVG applications and consequences on the physiological behaviour and quality of apple fruits in cool storage. *Scientia Horticulturae*, 1987, 33: 87- 96

7 Streif j, Bangerth F. Production of volatile aroma substances by Golden Delicious apple fruits after storage for various times in different CO and O concentrations. *Journal of Horticultural Science*, 1988, 63, ( 2): 93 - 99

# The Changes of Volatite Aroma Substances in the Flesh of Delicious Line Apple During Storage Period

Niu Zimian      Wang Xianping      Li Quan

(Institute of Pomology, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Taigu 030800)

Xu Yueming

(Zhejiang Institute of Forestry, Hangzhou)

Lin Guirong

(Department of Horticulture, Shenyang Agricultural University, Shenyang)

**Abstract** Delicious line apple fruit were stored at 0- for 20 days in CA, simple CA (SCA) and cool storage (CS) condition. The contents of aroma volatiles by stored fruit was measured by gas chromatography during storage time.

The results showed that: ( ) In CS condition, the contents of acetaldehyde, ethanol and ethyl acetate in the flesh of Starking fruit increased gradually, reached their peaks at 60 days, then declined from 60 days to 20 days. However, in SCA condition, the mean contents of ethanol and ethyl acetate was lower than that of CS condition, but acetalsehyde content was obviously higher at 90 and 20 days. (2) The content of acetaldehyde in non-spur-type Starking fruit in SCA condition was lower than that of spur-type Starkrimson, Redchief and Ultra-red Del, but ethanol and ethyl acetate contents in Starking fruit was higher than that of spur-type varieties at 90 days in storage. (3) Starking fruit in SCA condition had 3 kind volatatite aromo substances, including ketone, aldehyde, alcohol and easter. From 0 to 20 days in storage, alcohol and easter produced their peaks, ketone changed smoothly, but aldehyde increased contenusly. Fruit soluble solid content did not significantly decreased at 90 days in SCA storage, meanwhile, the peak of total aroma volatites appeared, but the peak of CA treatment delayed to 20 days.

**Key words:** Delicious line apple; Volatite aroma substances; Storage; Gas chromatography