

1-MCP 处理对冷藏‘红阳’猕猴桃果实香气成分的影响

杨丹^{1,2}, 曾凯芳^{1,3,*}

(1. 西南大学食品科学学院, 重庆 400715; 2. 成都市猕猴桃工程技术研究中心, 四川 蒲江 611630;
3. 重庆市特色食品工程技术研究中心, 重庆 400716)

摘要: 探讨 1-MCP 处理对红阳猕猴桃果实冷藏期间香气成分的影响。以‘红阳’猕猴桃为试材, 固相微萃取 (SPME) 技术为香气富集方法, 气相色谱-质谱联用 (GC-MS) 分析其香气成分。试验共检测出 92 种香气成分, 分属于醇类, 醛类, 酯类, 酮类和烃类等, 其中醇类、醛类、酯类和酮类物质数量总体上呈先上升后下降趋势, 酮类和醇类香气成分含量先上升后下降, 与种类变化趋势一致。1-MCP 处理果实酮类香气成分相对含量明显低于对照, 醇类物质在贮藏后期高于对照。醛类香气含量在总体上呈上升趋势, 与酯类香气含量变化相反, 烃类是先降低后升高。表明‘红阳’猕猴桃果实在冷藏过程中香气数量变化与香气含量变化并不是总是相对应的, 不同贮藏期对照和处理猕猴桃果实中各类芳香物质的种类和相对含量存在很大差异, 1-MCP 处理在贮藏过程中抑制了猕猴桃果实酯类香气的产生, 并在贮藏后期积累了大量的醇类和醛类香气含量, 对果实的整体感官质量有一定的影响。

关键词: 1-甲基环丙烯; 红阳猕猴桃; 香气成分; 贮藏

Effect of 1-MCP Treatment on Aroma Composition of Hongyang Kiwifruits during Cold Storage

YANG Dan^{1,2}, ZENG Kai-fang^{1,3,*}

(1. College of Food Science, Southwest University, Chongqing 400715, China;
2. Chengdu Kiwifruit Programme and Technology Research Center, Pujiang 611630, China;
3. Chongqing Special Food Programme and Technology Research Center, Chongqing 400716, China)

Abstract: The effect of 1-MCP treatment on the aroma composition of kiwifruits (*A. chinensis* cv. Hongyang) during cold storage was investigated by solid phase microextraction (SPME) and gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). Totally 92 kind of aroma components were detected, including alcohols, aldehydes, esters, ketones and hydrocarbons. The varieties of alcohols, aldehydes, esters and ketones revealed an initial increase and a final decrease. The change trend of ketone and alcohols contents was similar with that of the varieties. The relative content of ketones in 1-MCP-treated kiwifruits was obviously lower than that in the control, and the relative content of alcohols was higher than that in the control during the later stage of storage. The relative content of aldehydes revealed an increase trend and hydrocarbons revealed a decrease trend during the storage. The changes in the varieties of aroma components in kiwifruits were not always consistent with those in their contents during the whole storage period. The varieties and relative contents of aromatic compounds in the control and 1-MCP-treated kiwifruits had significant differences during the storage period. 1-MCP treatment could inhibit the production of esters in kiwifruits during the whole storage period and also result in the accumulation of alcohols and aldehydes in the later stage of storage, thus affecting the sensory quality of kiwifruits.

Key words: 1-MCP; Hongyang kiwifruit; aroma composition; storage

中图分类号: S609.3; S666.4

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2012)08-0323-07

香气是果实品质的重要组成部分, 近几年来, 越来越受到重视。对于水果来讲, 主要挥发性成分为酯、

醇、酸、醛酮和萜类物质, 它们对果实的风味品质起主要作用, 是引起果实种类特有的香味嗅感的香气成

收稿日期: 2011-05-17

作者简介: 杨丹(1985—), 女, 硕士, 研究方向为果蔬采后生理。E-mail: yangdan786@sina.com

* 通信作者: 曾凯芳(1972—), 女, 教授, 博士, 研究方向为食品贮藏。E-mail: zengkaifang@163.com

分^[1]。为了延长新鲜果实的贮藏期,经常会对采后果实采用冷藏^[2]、气调贮藏^[3]、化学保鲜剂^[4-6]等处理方法。然而,研究表明,一些保鲜措施尽管显著地延长了果实的贮藏期,但对果实香气品质有影响^[7],香气的缺失影响消费者的购买欲,大大降低了果实的商品价值。

目前,研究表明 1-MCP 处理对一些果蔬保鲜有显著效果,但在苹果中的研究发现 1-MCP 处理对苹果果实香气成分影响较大,经 1-MCP 处理后的苹果果实香气淡薄,香气物质种类和数量都显著下降。即使在货架期,也不能完全恢复^[8-9]。1-MCP 处理降低了木瓜^[10]及香蕉^[11]酯类香气成分含量,提高了其醇类香气成分的含量,在贮藏前期,1-MCP 处理可抑制梨(*Pyrus communis* L.)^[12]果实酯类香气成分含量的上升。

‘红阳’猕猴桃以果肉沿中轴呈放射状红色,果实横切面的色彩十分鲜艳美观而著称,鲜果富含稀有天然 VE 和 17 种游离氨基酸及多种矿物质成分,甜酸适度、营养丰富、色香味兼优,是猕猴桃果实中最佳的鲜食品种之一^[13]。然而,由于红阳猕猴桃是早熟品种,不耐贮藏,商业上正在考虑使用保鲜剂 1-MCP。目前,研究表明,1-MCP 能保持猕猴桃果实内在品质,延缓果实衰老。有关猕猴桃香气成分的研究发现猕猴桃品种间果实的香气和风味成分具有很大差别,且与果实整体质量密切相关^[14]。也有一些 1-MCP 处理对其他品种猕猴桃果实香气成分影响的报道^[15]。然而,对于红阳猕猴桃果实香气成分研究的报道很少,更加缺乏 1-MCP 处理对红阳猕猴桃香气成分的研究报道。本实验选用 10 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理红阳猕猴桃后,研究 1-MCP 处理对猕猴桃果实冷藏过程中香气成分的影响,为其在商业化低温贮藏中的应用提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料及处理

红阳猕猴桃采自成都市猕猴桃基地,于采后当天运抵实验室。选取大小均匀,无病虫害,成熟度相对一致的果实,用于处理。

1-MCP 处理参照 Renate 等^[16]方法并修改:称取 0.48g 1-MCP (商业粉末形式),溶于 4mL 无离子水中,与待处理果实常温下同置于一个密闭容器中 24h,然后通风。处理后的果实装于塑料箱中,每箱 50 个果,箱外套 0.05mm 厚聚乙烯袋,密封,贮藏于 $(0 \pm 1)^\circ\text{C}$ 。定期随机取 10 个果实取样测定相关指标。

1.2 试剂与仪器

1-MCP(EthylBloc 商品粉剂) 美国 RoHM and HAAS 公司。

QP2010 气相色谱-质谱联用仪(gas chromatography-mass spectrometry, GC-MS)、DB-FFAP 弹性石英毛细

管柱(30m \times 0.25mm, 0.25 μm) 日本岛津公司;固相微萃取装置、DVB/CAR/PDMS 50/30 μm (二乙烯基苯/碳分子筛/聚二甲基硅氧烷)萃取头(使用前先将固相微萃取的萃取头在气相色谱仪的进样口 270 $^\circ\text{C}$ 老化 1h) 美国 Supelco 公司。

1.3 方法

1.3.1 SPME 条件

随机取出 10 个果实,快速去皮,混匀。称取 5g 上述样品,研磨均匀,转移至 15mL 顶空瓶中,加入磁力搅拌子,使用 DVB/CAR/PDMS 50/30 μm 萃取头、固相微萃取装置(在 40 $^\circ\text{C}$ 顶空吸附 30min 后,将萃取头插入 GC 进样口,解析 5min)。

1.3.2 色谱条件

DB-FFAP 石英毛细柱(30m \times 0.25mm, 0.25 μm);载气为氦气;进样口温度:230 $^\circ\text{C}$,分流进样,分流比为 5;升温程序:起始温度 40 $^\circ\text{C}$ 保持 2min,以 8 $^\circ\text{C}/\text{min}$ 升至 180 $^\circ\text{C}$ 不保持,再以 5 $^\circ\text{C}/\text{min}$ 升至 230 $^\circ\text{C}$,保持 5min。

1.3.3 质谱条件

接口温度 230 $^\circ\text{C}$,离子源温度 230 $^\circ\text{C}$,四极杆温度 150 $^\circ\text{C}$,离子化方式:电子轰击电离源(electron ionization, EI),电子能量 70eV,质量扫描范围 m/z 40~350。

1.3.4 数据处理

运用计算机检索并与图谱库(NIST 05)的标准质谱图对照,并结合有关文献^[14,17-19],确认香气物质的各个化学成分,按峰面积归一化法算出样品中各个组分的相对含量。

2 结果与分析

2.1 香气成分的相对含量

根据红阳猕猴桃在冷藏过程中香气成分的总离子流图,经 GC-MS 联机检索及资料分析,共检测到 92 种香气成分,见表 1。

对照果实在冷藏 0、30、60、75、90、105d 后分别检测出 24、26、24、30、42、40 种香气成分,共有成分 7 种,分别是己醇、E-2-己烯醛、丁酸甲酯、丁酸乙酯、苯甲酸甲酯、丙酮和 1,3,3-三甲基-2-氧杂二环[2.2.2]-辛烷;1-MCP 处理果实冷藏 0、30、60、75、90、105d 后分别检测出 24、29、15、34、32 种和 21 种香气成分,共有成分 8 种。

2.2 不同贮藏时期猕猴桃果实香气成分数量的变化

根据 GC-MS 检测出的化合物的化学结构,将‘红阳’猕猴桃果实冷藏过程中香气成分归为酯类、醇类、醛类、酮类、烃类等种类并对各个时期主要化合物种类做直观的香气成分比较变化,见图 1、2。可以看出,

表1 1-MCP处理后‘红阳’猕猴桃冷藏期间香气成分的相对含量

Table 1 Relative contents of aroma compounds in Hongyang kiwifruits treated by 1-MCP during cold storage

香气成分	相对含量/%										
	0d	30d		60d		75d		90d		105d	
		CK	1-MCP	CK	1-MCP	CK	1-MCP	CK	1-MCP	CK	1-MCP
乙醇	0.41	1.61	2.4	—	2.96	0.59	0.67	1.38	0.3	5.61	2.78
1-己醇	1.54	8.81	0.04	5.28	8.51	4.03	5.04	3	4.58	3.77	6.29
(E)-3己烯醇	1.04	—	0.43	1.22	—	0.19	0.18	—	—	1.29	—
(E)-3-己烯醇	—	—	7.23	—	—	—	—	—	—	0.07	0.7
(E)-2-己烯醇	—	5.15	—	2.26	5.72	—	3.46	—	—	1.31	8.03
(Z)-2-己烯醇	1.52	—	—	—	—	2.87	—	2.05	4.48	—	—
苯甲醇	—	—	—	—	—	—	—	0.05	—	0.24	—
里哪醇	0.37	0.61	0.78	1.69	—	3.31	—	1.55	0.18	—	—
1-庚烯-3-醇	—	—	—	—	—	—	—	—	0.19	—	—
1,8-辛二醇	—	—	—	—	—	—	—	—	0.13	—	—
1,5-己二烯-3-醇	—	—	—	—	—	0.04	—	—	—	—	—
2-癸烯醇	—	—	—	—	—	0.25	—	0.22	—	—	—
辛醇	1.45	0.98	0.42	0.76	—	0.94	0.1	—	—	—	—
戊醇	—	—	1.46	0.43	—	0.21	0.34	0.23	—	—	2.15
庚醇	—	—	—	0.47	—	—	—	—	—	—	—
十一醇	—	—	0.9	0.71	—	—	0.02	—	—	—	—
6-甲基-1-庚醇	—	1.05	0.27	0.21	1.48	—	0.02	—	—	—	—
R,S-2,3-己二醇	0.05	0.16	0.04	0.02	—	—	—	—	—	—	0.09
2-甲基-1-丁醇	0.13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3-辛醇	—	0.27	—	—	—	—	—	—	—	—	—
丁醇	—	—	—	—	—	—	0.24	0.12	—	—	—
1-戊烯-3-醇	—	—	—	—	—	—	4.59	0.03	—	—	—
2-甲基-3-戊烯醇	—	—	—	—	—	—	—	0.25	—	—	—
2-环己烯醇	—	—	—	—	—	—	—	0.42	—	—	—
己烯醛	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.45	—
(Z)-3-己烯醛	—	—	—	—	—	—	5.39	—	—	4.26	—
(E)-2-己烯醛	14.04	10.2	17.44	13.8	14.44	17.1	11.2	10.4	17.7	12.9	16.1
(E)-2-庚烯醛	—	—	—	—	—	—	—	5.13	4.58	5.06	—
壬醛	—	—	—	—	—	0.16	2.03	0.35	—	3.05	—
糠醛	—	—	—	—	—	—	—	0.05	0.04	0.13	—
己醛	4.22	8.18	5.36	8.9	12.65	16.9	2.2	2.32	5.18	—	14.1
辛醛	0.55	—	—	—	—	0.16	0.03	0.41	—	—	—
2-丁烯醛	—	0.34	0.12	0.33	—	—	—	—	—	—	—
戊醛	—	—	—	—	0.45	3.09	8.09	0.21	—	—	6.39
3-甲基丁醛	—	—	—	—	—	—	6.06	—	—	—	—
4-甲基-3-戊烯醛	—	—	—	—	—	—	0.25	—	—	—	—
(E)-3-己烯醛	—	—	—	—	—	—	—	0.11	0.4	—	—
(E)-2-辛烯醛	—	—	—	—	—	—	—	6.04	0.04	—	—
丙酸乙酯	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.22	—
乙酸乙酯	—	—	—	—	—	8.16	7.13	0.15	—	—	—
丁酸甲酯	12.8	6.44	12.58	7.93	3.66	7.36	8.55	0.25	1.56	0.45	0.57
丁酸乙酯	14.03	18.4	12.98	13.4	12.41	6.59	0.31	1.69	3.98	10.7	12.2
乙酸丁酯	0.41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2-甲基-2-丙烯酸乙酯	0.19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
戊酸乙酯	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
葵酸乙酯	—	—	—	—	—	4.07	0.35	0.16	—	—	—
草酸烯丙基丁酯	6.08	—	—	—	5.03	—	—	—	—	—	—
草酸二新戊酯	—	6.37	—	6.08	—	—	—	—	—	—	—
草酸丁基丙酯	—	—	3.11	8.14	2.11	—	—	—	—	—	—
草酸丁酯	—	—	6.16	—	—	—	—	—	—	—	—
2-丁烯酸-3-己烯酯	—	—	0.52	—	—	—	—	—	—	—	—
己酸乙酯	9.74	—	—	—	—	4.28	2.29	—	—	—	—
3-呋喃甲酸甲酯	0.2	—	—	0.32	—	—	—	—	—	—	—

续表 1

香气成分	相对含量/%										
	0d	30d		60d		75d		90d		105d	
		CK	1-MCP	CK	1-MCP	CK	1-MCP	CK	1-MCP	CK	1-MCP
2-呋喃甲酸甲酯	—	—	—	—	—	0.2	2.17	0.28	0.2	0.7	—
苯甲酸甲酯	2.72	11.0	8.55	8.31	15.76	2.98	6.04	13.8	3.33	7.54	5.26
苯甲酸乙酯	—	—	—	—	—	0.12	0.26	0.2	0.13	0.72	0.38
2-羟基-2-甲基丁酸甲酯	9.12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2-羟基-苯甲酸甲酯	—	—	—	—	—	5.04	0.86	0.1	0.02	—	—
十四酸甲酯	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.11	—
十六酸甲酯	—	—	—	—	—	—	—	3.65	4.23	5.02	1.7
十六酸乙酯	—	—	—	—	—	—	—	1.22	1.76	1.03	—
十八酸甲酯	—	—	—	—	—	—	—	1.11	1.58	0.55	—
(Z)-9-十八烯酸甲酯	—	—	—	—	—	—	—	2.67	4.21	2.21	0.26
戊酸-2-戊酯	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.12	—
(Z,Z)-9,12-二烯十八酸甲酯	—	—	—	—	—	—	—	8.69	2.57	—	—
(Z,Z,Z)-三烯十八酸乙酯	—	—	—	—	—	—	—	6.08	1.51	2.68	—
(Z,Z,Z)-三烯十八酸甲酯	—	—	—	—	—	—	—	—	2.02	10.2	—
丙酮	1.7	0.62	0.37	2.79	2.09	6.1	3.62	6.64	6.37	1.37	0.42
环己酮	—	3.34	0.03	2.71	1.55	1.09	—	2.12	—	—	0.42
3-甲氧基-3-甲基丁酮	—	0.42	0.07	—	—	—	—	—	—	—	—
3-甲基-4-庚酮	—	0.43	0.45	0.42	—	—	—	—	—	—	—
6-甲基-5-庚烯-2-酮	—	0.36	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1-(4-甲基苯基)-1-戊酮	—	0.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
乙基苯	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.47	—
1,2-二甲基苯	—	—	—	—	—	—	—	—	0.14	0.22	—
3-乙基戊烯	—	—	—	—	—	—	—	—	0.46	0.4	—
7-甲基-3-乙烯基-1,6-辛二烯	—	—	—	—	—	0.35	—	0.37	0.34	0.29	—
反式-1,2-二(甲基乙基)-环丁烷	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.43	—
1,3,3-三甲基-2-氧杂二环[2.2.2]辛烷	3.12	1.82	1.12	0.79	1.28	0.78	1.75	0.75	0.74	1.83	—
1,3,5,7-环辛四烯	—	—	—	—	—	—	0.17	—	—	0.19	—
1-甲基-4-(1-甲基乙基)-苯	—	—	—	—	—	0.1	0.05	0.07	0.23	0.1	—
1-甲基-4-(1-甲基乙基)-环己烯	0.2	0.91	—	—	—	—	1.76	—	—	—	—
萘	—	—	—	—	—	0.14	—	0.2	0.13	0.17	—
环十二烷	—	—	—	—	—	—	0.08	—	0.24	—	—
苯酚	—	—	—	—	—	0.03	0.05	—	0.06	0.23	—
4-乙基-2-甲氧基-苯酚	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.16	—
2-乙基-苯酚	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.1	—
1,2-双(1-甲基乙炔基)-环丁烷	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.51
6,6-二甲基-2-亚甲基-双环[3.1.1]庚烷	1.41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2-甲基-1,6-庚二烯	—	—	0.53	—	—	—	—	—	—	—	—
2,5-二甲基辛烷	—	0.14	1.12	—	—	—	—	—	—	—	—
9-甲基十一烷	—	—	—	—	—	—	1.33	—	—	—	—

猕猴桃果实冷藏过程中，1-MCP 处理组果实与对照果实香气化合物的种类及相对含量有较大差别。在贮藏 60、90、105d 时，1-MCP 处理后果实的香气成分数量比同期对照分别减少了 37.5%、23.8%、47.5%。在整个贮藏过程中，1-MCP 处理猕猴桃果实和对照果实的酮类、醛类、醇类和酯类物质种类总体上呈先上升后下降趋势，在贮藏后期，1-MCP 处理组果实醛类、醇类和酯类香气成分数量明显低于对照。分析发现，冷藏期内‘红阳’猕猴桃香气物质的种类主要有醇类、醛类、酯类、酮类和烃类等(表 1)。其中，主要是酯类香气，

共检测到 30 种，占香气成分总数的 31.9%；其次是醇类，占香气成分总数的 25.53%；烃类、醛类和酮类等物质分别占香气成分总数的 21.28%、14.89% 和 6.38%。由图 1 可知，在冷藏期间，1-MCP 处理组果实的酯类、醇类、醛类香气数量在贮藏后期都少于对照组。其中，在贮藏 90d 时酯类香气种类比对照减少 21.4%；对于醇类香气，1-MCP 处理组比对照组总数也减少了 41.67%；同时，1-MCP 处理组的烷烃香气种类也比对照组也减少了 33.3%。由此可见，1-MCP 对果实贮藏期间酯类、醇类和醛类香气数量有一定的影响，抑制其产生。

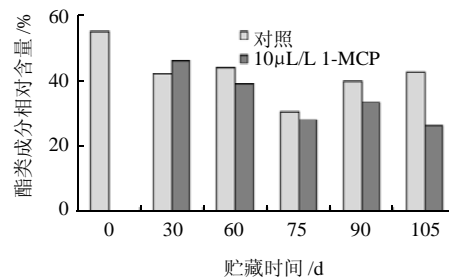
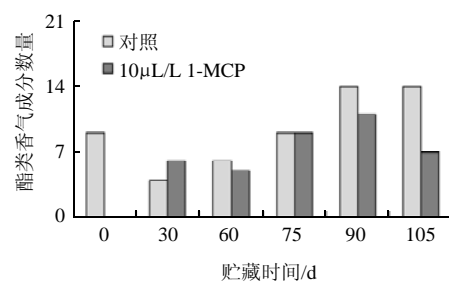
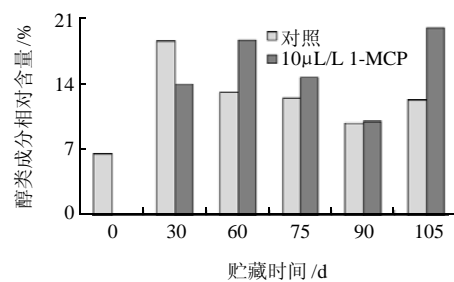
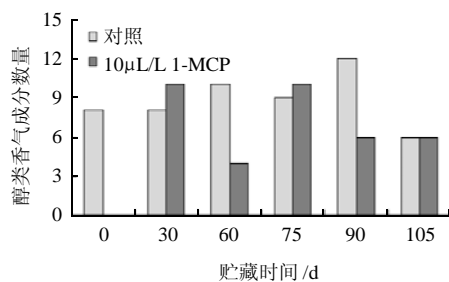
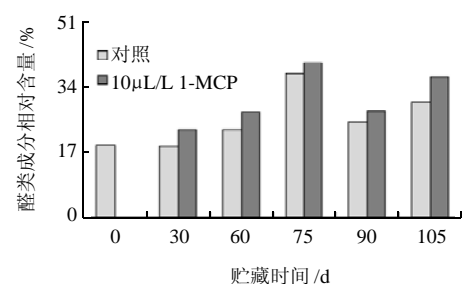
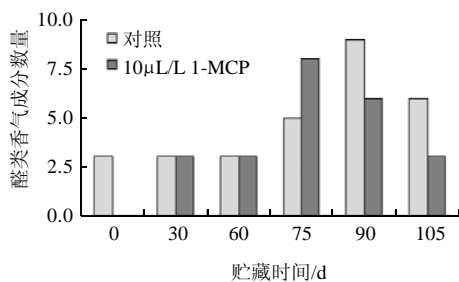
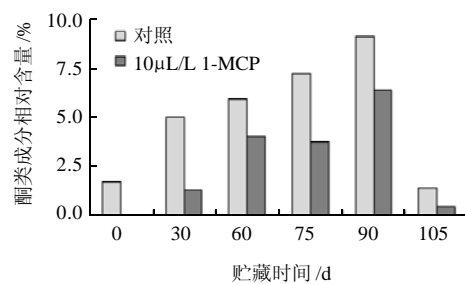
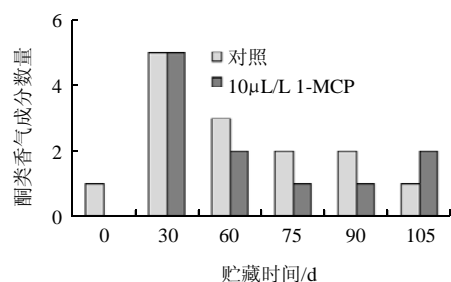


图1 不同贮藏时期猕猴桃各类香气成分的数量

Fig.1 The types of aroma components in kiwifruits during different storage stages

图2 不同贮藏时期猕猴桃各类香气成分的含量

Fig.2 Relative contents of aroma components in kiwifruits during different storage stages

2.3 不同贮藏时期猕猴桃果实中香气相对含量的变化

如图2所示,猕猴桃果实在采后贮藏过程中酮类和醇类香气相对含量先上升后下降,与种类变化趋势一致。其中,1-MCP处理果实酮类香气成分含量明显低于对照;醇类物质在贮藏后期高于对照,第75天和第90天时,1-MCP处理果实含量比同期对照高。醛类香气含量在总体上呈上升趋势,与酯类香气含量变化相反,烃类是先降低后升高,表明猕猴桃果实在冷藏过程中香气数量变化与香气含量变化并不总是相对应的。在贮藏90d和105d时,1-MCP处理果实的醛类香气相对含量比对照高11.33%和22.18%;而酯类香气相对含量却比同期对照低16.81%和38.21%。另据报道,猕猴桃特征香气成分主要有乙酸乙酯、丁酸乙酯、丁酸丙酯、苯甲酸甲酯、苯甲酸乙酯、2-己烯醇、(E)-2-己烯醛等^[1],这与本研究结果类似。其中,酯类物质是猕猴桃特征香气的主要成分,是构成猕猴桃果实整体香气品质最重要的成分。在本研究中,1-MCP处理在贮藏过程中抑制了猕猴桃果实酯类香气的产生,并在贮藏后期积累了大量的醇类和醛类香气含量,对果实的整体感官质量有一定影响。

3 讨 论

到目前为止,大量研究结果表明猕猴桃中的香气成分主要为酯类、醇类、醛类、酮类以及杂环类化合物。虽然各种香气成分占果实鲜质量的比率很小,但对果实品质有着重要的影响。成熟的中华猕猴桃果实以2-己烯醛为主要香气成分,但在进一步熟化过程中,丁酸乙酯开始占据主体地位^[20]。Gary^[21]、Gilbert^[22]、Harry^[23-24]等的研究表明具有干草味的(E)-3-己烯醛,具有强烈青草清香、叶子气味的(E)-2-己烯醇、(E)-2-己烯醛等是共同构成果实特有清香的成分。

本实验中,对照组果实检测到7种共同香气成分,分别是己醇、E-2-己烯醛、丁酸甲酯、丁酸乙酯、苯甲酸甲酯、丙酮和1,3,3-三甲基-2-氧杂二环[2.2.2]-辛烷;1-MCP处理果实检测到8种共同香气成分,分别是乙醇、己醇、E-2-己烯醛、己醛、丁酸甲酯、丁酸乙酯、苯甲酸甲酯、丙酮。在贮藏后期,1-MCP处理组果实的E-2-己烯醛和己醛含量明显高于对照,第90天时分别比对照高70.19%和123.3%;丁酸甲酯和丁酸乙酯总体上呈降低趋势,90d时,1-MCP处理果实丁酸乙酯含量是对照的2.36倍。这与Pfannhauser等^[25]研究结果有一致之处,从新鲜、成熟到过熟状态,挥发性成分的C₆化合物会不断减少。此外,也有研究表明1-MCP处理香蕉后会极大地改变其挥发性香味的成分,导致醇含量上升和相关酯含量下降^[11]。Defilippi等^[26]认为这种

醇含量的上升和酯含量的下降是由乙酰转移酶(acetyl transferase)活性下降或者代谢底物不足所致。就本实验结果而言,1-MCP处理红阳猕猴桃后,果实香气的醇类物质和醛类物质的相对含量较对照高,而酯类物质较对照低。而在贮藏过程中发现1-己醇和(E)-2-己烯醛等醇类物质和醛类物质积累而不能转化。

综上所述,1-MCP处理对香气种类和相对含量具有抑制作用从而有可能影响果实感官特性,如降低某种果实的特征香气等。同时不同贮藏期对照和处理猕猴桃果实中各类芳香物质的种类和相对含量也存在很大差异,说明1-MCP对‘红阳’猕猴桃的风味品质有一定影响。这种抑制作用可能是由于1-MCP抑制了果实的呼吸速率和乙烯释放率引起的,至于具体是哪些酶活性受到了抑制或者是由于别的途径而影响了猕猴桃果实的香气成分,还有待于进一步的研究。

参考文献:

- [1] YOUNG H. The effects of harvest maturity, ripeness and storage on kiwifruit aroma[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 1985, 36(5): 352-358.
- [2] 周林爱, 吴华, 胡琦. 贮藏温度对猕猴桃果实的乙烯释放及品质的影响[J]. 上海农学院学报, 1998, 16(1): 49-53.
- [3] 杨德兴, 庞向宇, 邢红华, 等. 猕猴桃低乙烯气调贮藏[J]. 中国果品研究, 1996(3): 1-3.
- [4] 陈发河, 张维一, 吴光斌. 钙渗入对香梨果实贮藏期间生理生化的影响[J]. 园艺学报, 1991, 18(4): 365-368.
- [5] 王贵禧, 韩雅珊, 于梁. 浸钙对猕猴桃硬度变化影响的生化机制[J]. 园艺学报, 1995, 22(1): 21-24.
- [6] ZHANG Yu, CHEN Kunsong, ZHANG Shanglong, et al. The role of salicylic acid in postharvest ripening of kiwifruit[J]. Postharvest Biology and Technology, 2003, 28(1): 67-74.
- [7] MARIA A M, MIREYA V, CAROLINA B, et al. 1-MCP treatment preserves aroma quality of ‘Packham’ s Triumph’ pears during long-term storage[J]. Postharvest Biology and Technology, 2006, 42(2): 185-197.
- [8] KONDO S, SETHA S, RUDELL D R, et al. Aroma volatile biosynthesis in apples affected by 1-MCP and methyl jasmonate[J]. Postharvest Biology and Technology, 2005, 36(1): 61-68.
- [9] JENNIFER R, Dennis P M. Influence of 1-MCP, DPA and CO₂ concentration during storage on ‘Empire’ apple quality [J]. Postharvest Biology and Technology, 2005, 38(1): 1-8.
- [10] CRISTIAN B, CARLOS G E, MIREYA V, et al. Treatment with 1-MCP and the role of ethylene in aroma development of mountain papaya fruit[J]. Postharvest Biology and Technology, 2007, 43(1): 67-77.
- [11] GOLDING J B, SHEARER D, WYLLIE S G, et al. Application of 1-MCP and propylene to identify ethylene-dependent ripening processes in mature banana fruit[J]. Postharvest Biology and Technology, 1998, 14(1): 87-98.
- [12] ARGENTA LC, FAN X T, MATTHEIS J P. Influence of 1-methylcyclopropene on ripening, storage life, and volatile production by d’Anjou cv. pear fruit[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2003, 51(13): 3858-3864.
- [13] 王明忠. 红肉猕猴桃可持续育种研究[J]. 资源开发与市场, 2003, 19(5): 309-310.

- [14] ESTI M, MESSIA M C, BERTOCCHI P, et al. Chemical compounds and sensory assessment of kiwifruit (*Actinidia chinensis* (Planch.) var. *chinensis*): electrochemical and multivariate analyses[J]. Food Chemistry, 1998, 61(3): 293-300.
- [15] 李德英. 1-MCP对猕猴桃冷藏过程中采后生理及香气的影响[D]. 西安: 陕西师范大学, 2008: 47-52.
- [16] RENATE M, EDWARD C M, MARGRETHE S. Stress induced ethylene production, ethylene binding, and the response to the response to the ethylene action inhibitor 1-MCP in miniature roses[J]. Scientia Horticulturae, 2000, 83(1): 51-59.
- [17] 陈雪, 韩琳. 猕猴桃及其皮渣香气成分的研究[J]. 化学通报, 1995(6): 45-47.
- [18] 李剑芳, 张灏. 发酵猕猴桃汁的研究 - 香气成份鉴定[J]. 食品与发酵工业, 1999, 25(6): 14-18.
- [19] 涂正顺, 李华, 王华, 等. 猕猴桃果实采后香气成分的变化[J]. 园艺学报, 2001, 28(26): 512-516.
- [20] 郑孝华, 翁雪香, 邓春晖. 中华猕猴桃果实香气成分的气相色谱 / 质谱分析[J]. 分析化学, 2004, 32(6): 834-834.
- [21] GARY R, TAKEOKA, MATTHIAS G. Volatile constituents of kiwifruit (*Actinidia chinensis* Planch)[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1986, 34(3): 576-578.
- [22] GILBERT J M, YONUG H. Volatile flavor compounds affecting consumer acceptability of kiwifruit[J]. Journal of Sensory Studies, 1996, 11(3): 247-259.
- [23] HARRY Y, CONRAD O P. Identification of *E*-hex-3-enal as an important contributor to the off-flavor aroma in kiwifruit juice[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture 1992, 58(4):519-522.
- [24] HARRY Y, VIVIENNE J P. Characterization of bound flavor components in kiwifruit[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 1995, 68(2): 257-260.
- [25] PFANNHAUSER W. Sensorische und instrumentelle analytische untersuchungen des kiwi-aromas[J]. Zeitschrift fur Lebensmitteluntersuchung und Forschung, 1988, 187(3): 224-228.
- [26] FAN X T, ARGENTA L, MATTHEIS J P. Impacts of ionizing radiation on volatile production by ripening gala apple fruit[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2001, 49(1): 254-262.