



不同成熟方式对红玉杏果实品质的影响

杨沫,刘文,赵新节,刘灿珍,李芬

(齐鲁工业大学/山东省微生物工程重点实验室,山东 济南 250300)

摘要:为比较树上成熟和自然放熟两种红玉杏果实的品质差异,对果实的基本理化指标、可溶性糖含量、有机酸含量、矿物质微量元素含量进行了测定,并采用 SPME-GC/MS 技术检测了其中的挥发性香气成分。结果表明:自然放熟红玉杏果实除可食率、pH、出汁率、果胶总量比树上成熟略低,其余基本理化指标及营养成分均高于树上成熟红玉杏;自然放熟红玉杏果实中大部分香气物质种类及总含量均高于树上熟杏,色泽口感芳香气等品质均高于树上成熟红玉杏果实。

关键词:红玉杏;成熟方式;营养成分;香气物质

杏属蔷薇科落叶乔木植物,前苏联的植物学家指出其起源于我国^[1]。我国杏树栽培目前主要集中在华北和西北地区,此外,在辽宁西部、山东、湖北、湖南等省,杏树也有较快的发展^[2]。世界上杏品种约 3 000 多个,我国杏品种有 2 000 个以上,占世界首位^[3]。其中,山东济南长清特产的红玉杏是著名的良种,又名玉杏、汉帝杏,也是史书上曾记载的金杏^[1],栽培历史已有 2 600 多年,一直被列为宫廷贡品,约在五月份成熟,杏果实营养丰富,含有多种有机成分和人体必需维生素及无机盐类,是一种营养价值极高的水果,在润肺化

痰等方面也有良好的医疗效果^[4]。可食用杏仁中含有丰富的营养物质,例如矿物质元素 K、Ca、Na、Mg、Fe、Zn、Cu,蛋白质、糖、脂肪等^[5]。新鲜的杏果实除了鲜食外,还可以加工为杏干、杏果酱、杏果脯、杏果醋、杏果酒、杏复合饮料等^[6]。

杏成熟方式一般分为树上成熟和自然放熟两种方式,不同成熟方式对其口感和品质均会产生影响,本研究通过对树上成熟和自然放熟两种红玉杏果实的基本理化指标、主要营养成分及香气物质进行分析比较,旨在为红玉杏产品深加工及综合利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 材料 红玉杏于 2016 年 5 月 30 日、6 月 7 日采摘自济南市仲宫。

1.1.2 试剂 咪唑、半乳糖醛酸、浓硫酸、苯酚、无水乙醇、氢氧化钠、葡萄糖、果糖、蔗糖、柠檬酸、苹果酸、酒石酸、4-甲基-2-戊醇。

收稿日期:2017-12-27

基金项目:山东省现代农业产业技术体系果品产业创新团队资助项目(SDAIT-06-14)。

第一作者简介:杨沫(1991-),女,在读硕士,从事酿酒技术及酒类风味物质研究。E-mail:1130363404@qq.com。

通讯作者:赵新节(1962-),男,博士,教授,从事酿酒技术及酒类风味物质研究。E-mail:719612304@qq.com。

Determination of Pollen Viability of *Paeonia ostii* Fengdanbai

QIN Yao^{1,2}, DONG Shu-yan², GAO Ting², JU Zhi-xin²

(1. Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China; 2. Agriculture Science and Technology College, Jilin 132101, China)

Abstract: In order to improve the hybrid efficiency of *Paeonia ostii* Fengdanbai, a peony variety widely planted in northeast area, we used their vitroculture method to research its pollen vigor, compared the influence of sucrose and boron acid concentrations on pollen germination rate and observed the germinating dynamics. The results showed that boron acid and sucrose played important role on the pollen germination of Fengdanbai. The maximum germination rate of pollen reached 73.7% on the culture supplied with H_2BO_3 0.05 g·L⁻¹ and sucrose 90 g·L⁻¹. Under this condition, the germination peaks *in vitro* culture appeared after 2 hours, and the time of peaks occurrence was varied with the concentrations of H_2BO_3 and sucrose in culture medium.

Keywords: *Paeonia ostii* Fengdanbai; pollen; germination *in vitro*

1.1.3 仪器与设备 万分之一天平、分光光度计、高效液相色谱仪 LC-20A,(日本岛津公司);自动固相微萃取进样器、50/30 μm DVB/CAR/PDMS 萃取头、7890B 气相色谱-5977A 型质谱联用仪(美国 Supelco 公司);DB-WAX 毛细管柱(美国 J&W 公司)。

1.2 方法

1.2.1 试材处理 树上成熟试材:6月7日济南市仲宫随机采样红玉杏;自然放熟试材:5月30日济南市仲宫随机采样红玉杏,盖上纱布于26℃实验室室温放置,使其成熟。

1.2.2 基本指标测定 可溶性固形物采用手持折光仪测定;pH 计法测定果实的 pH;苯酚硫酸法测定果实总糖;酸碱滴定法测定总酸和可滴定酸;咔唑比色法测定果胶物质的含量;采用福林酚法测定总酚含量;采用考马斯亮蓝法测定蛋白质含量。

1.2.3 可溶性糖的测定 色谱条件:色谱柱为 Agilent ZORBAX NH 2(250 mm \times 4.6 mm, 5 μm);流动相为乙腈:水=75:25(v/v);流速为 1.0 mL $\cdot\text{min}^{-1}$;进样量为 10 μL ;柱温为 40℃;检测器为示差检测器;分析时间 20 min。

1.2.4 有机酸的测定 色谱条件:色谱柱为 Thermo Hypersil GOLDaQ(250 mm \times 4.6 mm, 5 μm);流动相为 0.01 mol $\cdot\text{L}^{-1}$ KH_2PO_4 (pH2.2);流速为 0.5 mL $\cdot\text{min}^{-1}$;进样量为 10 μL ;柱温为 25℃;检测波长为 210 nm,分析时间 30 min。

1.2.5 香气成分的定性与定量 分析样品用顶空固相微萃取(Headspace-solid-phase-microextraction HS-SPME)方法预处理^[7],萃取头为 50/30 μm DVB/CAR/PDMS(Supelco)。

(1)香气物质提取:在 20 mL 顶空瓶中,加入 8 mL 发酵液,2 g NaCl 和 20 μL 的 2.00 g $\cdot\text{L}^{-1}$ 内标物(4-甲基-2-戊醇),以及转子。放置于 45℃的可加热磁力搅拌器上,预热 10 min 后进行萃取,萃取 50 min 后进样,解析 10 min。

(2)色谱条件:色谱柱为 VF-WAXms(30 m \times 0.32 mm \times 0.25 μm);升温程序:40℃下保持 2 min,然后以 6℃ $\cdot\text{min}^{-1}$ 的速度升到 230℃,保持 15 min;载气为氦气,平均线速度为 25 cm $\cdot\text{s}^{-1}$;不分流进样。

(3)质谱条件:电子轰击离子源;电子能量 70 eV;离子源温度 230℃;检测器温度 250℃;质量扫描范围 30~400 m $\cdot\text{z}^{-1}$ 。

(4)定量分析:采用外标法进行定量分析。

1.2.6 数据分析 采用 SPSS 19.0 进行数据分析,多组间比较采用 One-Way ANOVA 法。

2 结果与分析

2.1 不同成熟方式对红玉杏果实的基本理化指标的影响

由表 1 可知,自然放熟红玉杏的可食率、pH、出汁率、果胶总量比树上成熟略低;红玉杏自然放熟的平均单果重、水分含量、可溶性固形物均比树上成熟高,但是相差不大;自然放熟的蛋白质和总酚两种重要营养物质的含量明显高于树上成熟。

表 1 红玉杏果实基本理化指标
Table 1 Basic Physical and Chemical Indicators of apricot fruit

基本理化指标 The basic physical and chemical indicators	树上成熟 Tree mature	自然放熟 Natural storage mature
单果重/g	59.16	59.78
可食率/%	93.80	93.10
pH	3.50	3.39
出汁率/%	71.50	70.20
果胶总量/(mg $\cdot\text{g}^{-1}$)	12.61	12.32
水分含量/%	88.68	89.41
蛋白质/(mg $\cdot\text{g}^{-1}$)	5.24	7.55
总酚/(mg $\cdot\text{g}^{-1}$)	0.24	0.39
可溶性固形物/%	16.00	16.20

2.2 不同成熟方式对红玉杏果实的可溶性糖及有机酸含量的影响

由表 2 可知,自然放熟的红玉杏总糖含量为 121.30 mg $\cdot\text{g}^{-1}$,高于树上成熟处理(99.06 mg $\cdot\text{g}^{-1}$),而总酸含量(13.22 mg $\cdot\text{g}^{-1}$)则低于树上成熟处理(15.77 mg $\cdot\text{g}^{-1}$)。使用液相色谱分别测定了 3 种主要的可溶性糖和 4 种有机酸,自然放熟红玉杏的 3 种可溶性糖含量均高于树上成熟,其中果糖、蔗糖含量分别高出 2.92 和 23.50 mg $\cdot\text{g}^{-1}$;而自然放熟处理中除奎宁酸、D-苹果酸比树上成熟略高外,其余有机酸和总酸含量均低于树上成

熟处理。因此,自然放熟红玉杏比树上成熟的糖
高酸低,口感适宜。

表 2 红玉杏果实中可溶性糖及有机酸含量

可溶性糖及有机酸 Soluble sugar and organic acid	含量/(mg·g ⁻¹) Content	
	树上成熟	自然放熟
	Tree mature	Natural storage mature
果糖	2.05	4.97
葡萄糖	8.48	8.63
蔗糖	64.21	87.71
L-苹果酸	0.21	0.16
柠檬酸	5.41	4.54
D-苹果酸	1.39	2.46
奎宁酸	6.52	7.12
总糖	99.06	121.30
总酸	15.77	13.22

2.3 不同成熟方式对红玉杏果实的矿物质微量
元素含量的影响

由表 3 可知,使用原子吸收光谱法测定红玉
杏果实中 K、Ca、Na、Mg、Fe、Zn、Cu 8 种矿物质
微量元素含量,除树上成熟处理的 Ca、Mg、Cu 含
量比自然放熟略高外,其余 5 种矿物质微量元素
含量均为自然放熟高于树上成熟处理,尤其是 K
元素含量高出 55%。

表 3 红玉杏果实中矿物质微量元素含量

矿物质微量元素 Mineral trace elements	含量/(mg·100 g ⁻¹) Content	
	树上成熟	自然放熟
	Tree mature	Natural storage mature
Na	0.48	0.53
Ca	12.96	12.37
Cu	0.20	0.19
Fe	0.52	0.62
K	51.18	79.65
Mg	6.44	5.89
P	11.55	14.08
Zn	0.11	0.16

2.4 不同成熟方式对红玉杏果实中香气物质的
组成及含量的影响

由表 4 可知,树上成熟的红玉杏果实中共检
测出 23 种香气物质,其中包括 8 种醇类化合物,

表 4 红玉杏果实中香气物质组成及含量

物质种类 Substance types	物质名称 Substance name	含量/(mg·L ⁻¹) Content	
		树上 成熟 Tree mature	自然放熟 Natural storage mature
醇类	1-己醇	1.550	2.060
	(E)-3-己烯-1-醇	1.310	1.030
	(E)-2-己烯-1-醇	1.835	2.090
	芳樟醇	7.100	11.570
	松油醇	1.670	1.540
	3,7-二甲基-(Z)-2, 6-反式辛二-1-醇	0.100	0.080
	香叶醇	0.330	0.350
	苧醇	0.075	0.080
酯类	苯乙醇	/	0.044
	4-己烯-1-醇乙酸酯	0.190	0.178
	苯乙酸丁酯	0.170	0.018
	乙酸乙酯	/	0.040
	2-甲基丁酸异戊酯	/	0.053
酸类	己酸	0.080	0.090
	辛酸	0.060	0.120
醛酮类	己醛	0.800	1.200
	(E)-2-己烯醛	12.030	17.630
	苯甲醛	4.130	5.380
	2,6,6-三甲基-1-环己烯-1-甲醛	0.380	0.540
	丙酮	0.0450	0.030
	2,2,6-三甲基-环己酮	0.090	0.0890
	6-甲基-5-庚烯-2-酮	0.170	0.160
其它	反式-β-紫罗兰酮	0.210	0.240
	5,6,7,7a-四氢-4,4, 7a-三甲基-2(4H)-苯并呋喃酮	0.070	0.040
	β-罗勒烯	0.060	0.150
	甲氧基-苯基-肼	0.435	0.329

“/”为没有测定结果。
“/”means no detection result.

2 种酯类化合物,2 种酸类化合物,9 种醛酮类化合物,以及 2 种其它类化合物。自然放熟的红玉杏果实中共检测出 26 种香气物质,其中包括 9 种醇类化合物,4 种酯类化合物,2 种酸类化合物,9 种醛酮类化合物,以及 2 种其它类化合物。

树上成熟和自然放熟红玉杏果实中总香气物质含量分别为 32.890 、 $45.131 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,香气物质的种类分别为 23 和 26 种。树上成熟和自然放熟的红玉杏果实中主要香气物质为醇类和醛类,含量最高的 3 种物质为(E)-2-己烯醛(绿叶清香,水果香气)、芳樟醇(铃兰香气,与果实的花香有关)、苯甲醛(苦杏仁,樱桃及坚果香气),这几种物质构成了红玉杏果实具有花香果香的特征香气。自然放熟处理中的 3 种物质分别比树上成熟高出了 5.6 、 4.47 、 $1.25 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。自然放熟红玉杏果实中检测到的苯乙醇(玫瑰花香,蜜香)^[8]、乙酸乙酯(香甜水果味)^[7]、2-甲基丁酸异戊酯在树上成熟处理中均未检出。

3 结论

果实的风味特征主要由果实中的香气物质决定,香气也是决定果实品质的重要指标之一。(E)-2-己烯醛、芳樟醇、苯甲醛等主要香气物质丰富了红玉杏果实的香气,使红玉杏具有令人愉悦的花果香以及后味有淡淡的坚果香气。自然放熟红玉杏的香气浓郁度以及复杂性均高于树上成熟红玉杏。两种处理红玉杏糖酸比分别为 6.28

和 9.18。一般来说,果实含糖量、糖酸比、可溶性固形物是构成杏果实口感的主要因素。

综上分析可知,可能是由于提前采摘,减少在大自然中营养物质及香气物质的损耗,自然放熟红玉杏香气浓郁,口感香甜,含有更丰富蛋白质、维生素、脂肪和矿物质元素等丰营养物质。提前采摘果实减少营养成分及香气物质的流失,尽可能避免突发的自然灾害减少损失,在杏制品加工方面如杏酒、杏汁、杏脯等,获得香气浓郁更有品种特色的红玉杏制品,具有指导意义。

参考文献:

- [1] 罗桂环. 中国杏和樱桃的栽培史略[J]. 古今农业,2013(2): 38-46.
- [2] 王玉柱,孙浩元,杨丽. 我国杏树发展现状分析及建议[J]. 中国农业科技导报,2003(2):24-27.
- [3] 张加延. 中国果树志·杏卷[J]. 园艺学报,2004(5): 612-612.
- [4] 张加延. 杏的营养成分与医疗保健作用[C]. 全国干果生产与科研进展学术研讨会,2001.
- [5] 冯小雨,刘敏,葛红娟,等. 杏仁营养成分分析[J]. 吉林医药学院学报,2016,37(2):86-88.
- [6] 葛邦国,刘志勇,马超,等. 杏产品加工研究现状与前景展望[J]. 中国果菜,2012(3):42-45.
- [7] Zhao Y P. Comparison of aromatic and phenolic compounds in cherry wines with different cherry cultivars by HS-SPME-GC-MS and HPLC[J]. International Journal of Food Science and Technology,2012,47(1): 100-106.
- [8] 蔡建,朱保庆,兰义宾,等. 蛇龙珠与卡曼娜葡萄酒主要呈香物质鉴定[J]. 中国酿造,2014,33(5):90-97.

Effect of Different Mature Ways on Quality of Hongyu Apricot

YANG Mo, LIU Wen, ZHAO Xin-jie, LIU Can-zhen, LI Fen

(Qilu University of Technology, Key Laboratory of Microbiological Engineering in Shandong Province, Ji'nan 250300, China)

Abstract: In order to compare the quality of Hongyu apricot matured in tree and ripened naturally in storage conditions, the basic physical and chemical indexes, soluble sugar content, organic acid content and mineral microelement content of the fruit were determined and analyzed and the volatile aroma components were detected by SPME-GC / MS. The results showed that except the edible rate, pH, juice yield and the pectin content, the apricot fruits of natural storage mature were slightly lower than that of the tree mature. The other basic physical and chemical indexes and nutritional components of natural storage mature were higher than that of tree mature. Most of the ripe aroma contents and their total contents, and the color and taste aroma of natural ripened apricot were higher than the tree mature apricot.

Keywords: Hongyu apricot; the way of ripe; nutrient content; aroma components