

张泽煌, 林旗华, 钟秋珍. 10 份杨梅品种果实的香气成分研究 [J]. 福建农业学报, 2013, 28 (6): 552-556.

ZHANG Z-H, LIN Q-H, ZHONG Q-Z. Aromatic Compounds in Chinese Bayberries (*Myrica rubra*) [J]. Fujian Journal of Agricultural Sciences, 2013, 28 (6): 552-556.

## 10 个杨梅品种果实的香气成分研究

张泽煌, 林旗华, 钟秋珍

(福建省农业科学院果树研究所, 福建 福州 350013)

**摘要:** 为研究不同杨梅品种果实的香气成分组成及品种间的差异, 以软丝安海变、浮宫 1 号和东魁等 10 个杨梅品种果实为试材, 采用气质联用 (GC-MS) 技术, 对果实香气成分进行分析鉴定。结果表明: 10 个品种杨梅果实中共分离鉴定出 141 种化学成分, 深红种含有的香气成分最多, 共 42 种, 软丝安海变和八贤道含有的香气成分最少, 均只含有 12 种; 10 个品种果实中均含有烷烃和烯烃, 是杨梅果实香气成分的主体; 1-石竹烯是杨梅果实的重要香气成分, 是唯一在 10 个杨梅品种中均被鉴定出的香气成分。不同杨梅品种果实间的香气成分差异较大, 除了品种因素外, 栽培环境可能也是形成差异的一个重要因素。

**关键词:** 杨梅; 果实; 香气成分; GC-MS

**中图分类号:** S 667.6

**文献标识码:** A

### Aromatic Compounds in Chinese Bayberries (*Myrica rubra*)

ZHANG Ze-huang, LIN Qi-hua, ZHONG Qiu-zhen

(Fruit Research Institute, Fujian Academy of Agricultural Science, Fuzhou, Fujian 350013, China)

**Abstract:** Aromatics of 10 varieties of Chinese bayberry (*Myrica rubra* Sieb. et Zucc), including Ruansianhaibian, Fugongyihao and Dongkui, were studied. Using GC-MS, 141 compounds were identified. Shenhongzhong was found to contain the most number of the aromatic components, i. e., 24, while Ruansianhaibian and Baxiandao the least, i. e., 12. Paraffins and olefins were the majority chemicals found in the 10 chinese bayberry varieties. 1-caryophyllene appeared to be the characteristic component, and it was the only substance present in all 10 cultivars. The significant compositional differences among these varieties could be attributed to the varied genetic factors as well as cultivation conditions.

**Key words:** Chinese bayberry; fruit; aromatic component; GC-MS

杨梅 *Myrica rubra* Sieb. et Zucc 为杨梅科杨梅属植物, 为亚热带常绿乔木, 是我国著名的特色果树, 栽培历史悠久, 现主要分布于长江以南各省, 主要产区有浙江、福建、江苏、湖南、贵州、云南及广东等省<sup>[1]</sup>。杨梅根系具有固氮功能, 果实营养价值和经济价值高, 且根、叶、树皮和果实均可入药<sup>[2-3]</sup>。杨梅叶及果实具有浓郁的香气, 杨梅果实香气成分的分析鉴定可为农业栽培研究以及储藏提供技术支持, 并为杨梅产品开发提供参考依据<sup>[4]</sup>。刘宁等<sup>[5]</sup>、刁银军等<sup>[6]</sup>、王贤亲等<sup>[7]</sup>和马惠芬等<sup>[8]</sup>分别对杨梅树叶的精油成分进行了分析鉴

定, 杨晓东等<sup>[9]</sup>、麻佳蕾等<sup>[3]</sup>分别对杨梅果实的精油成分进行了分析鉴定, 张洁等<sup>[10]</sup>研究了东魁杨梅果实储藏期挥发性有机化合物成分的变化, 康文怀等<sup>[11]</sup>定量分析了杨梅香气成分。这些研究为系统分析杨梅香气成分打下了坚实的基础, 但由于杨梅品种繁多, 再加上各地特殊的栽培种植条件, 往往研究结果大不相同。本研究采用气质联用 (GC-MS) 技术, 对 10 个品种杨梅果实中的香气成分进行分析鉴定, 以期深入了解不同品种杨梅果实香气差异, 为杨梅种质资源在贮藏保鲜、食品和保健领域的开发利用提供技术支持。

收稿日期: 2013-04-12 初稿; 2013-05-12 修改稿

作者简介: 张泽煌 (1973-), 男, 硕士, 副研究员, 主要从事果树育种及栽培研究 (E-mail: 7901817@sina.com)

基金项目: 公益性行业 (农业) 科研专项 (201203089); 国家星火计划项目 (2012GA7200023); 福建省科技重大专项 (2012NZ0002-1-1); 福建省科技计划项目——省属公益类科研院所基本科研专项 (2011R1016-7)

## 1 材料与方 法

### 1.1 材 料

试验材料为10个杨梅品种的果实,包括软丝安海变、硬丝安海变、浮宫1号、八贤道、二色杨梅等5个福建品种,晚稻杨梅、荸荠种、深红种、水晶杨梅和东魁等5个浙江品种。软丝安海变、硬丝安海变、浮宫1号和东魁取自福建龙海,八贤道取自福建福州,二色杨梅取自福建南平,晚稻杨梅和荸荠种取自浙江慈溪,深红种和水晶杨梅取自浙江上虞,于2012年5~7月选取各自品种生长结果正常的3株果树取果,每株树上选择大小一致、完全成熟的果实10~20个,速冻后直接送福建省农业科学院测试中心实验室测定。

### 1.2 方 法

1.2.1 主要仪器 气质联用仪为7890A/5975C(GC/MSD),美国Agilent公司;HP5-MS色谱柱;SPME萃取柄,美国Supleco公司;聚二甲基硅氧烷(PDMS)萃取头,美国Supleco公司。

1.2.2 前处理 挥发性气体收集:随机取10个果实切碎,取约10g样品置于15mL顶空瓶中,将老化后的SPME萃取头插入样品瓶顶空部分,收集1h后将萃取头收起,并插入气相色谱进样口,同时启动仪器采集数据。

1.2.3 GC-MS分析 GC-MS分析条件为色谱条件:采用HP5-MS色谱柱,进样口温度250℃,压力4.5338psi,总流量104mL·min<sup>-1</sup>,隔垫吹扫流量3mL·min<sup>-1</sup>,不分流。升温程序:50℃保持2min,以5℃·min<sup>-1</sup>上升到280℃并保持3min。采集模式为全扫描;EMV模式为相对值;全扫描参数为开始时的质量数50.00u,结束时的质量数550.00u;MS温度为离子源230℃,MS四级杆150℃。

1.2.4 数据处理和质谱检索 样品经GC-MS分析,各分离组分利用计算机谱(NIST/WILEY)进行检索,采用峰面积归一化法进行相对定量。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同杨梅品种果实的香气成分种类分析

经GC-MS分析鉴定,在10个品种杨梅果实中共鉴定出141种挥发性成分,各品种果实中挥发性香气成分情况见表1。果实中含有香气成分种类最多的品种是深红种,共含有42种;荸荠种含有的香气成分也较多,达到了40种;含有香气成分最少的是软丝安海变和八贤道,均只含有12种。10个杨梅品种果实的香气成分均含有烷烃和烯烃,表明这

2种香气成分是杨梅香气成分的主体,这2种香气总含量除了二色杨梅(35.81%)外,其他9个杨梅品种均超过70%,其中深红种最高,达到了97.31%,浮宫1号也较高,达到了95.53%。10个杨梅香气成分中只有5个品种含有酮类和芳香烃物质,酮类相对含量从0.26%(浮宫1号)至1.76%(东魁);芳香烃相对含量从0.24%(二色杨梅)至15.76%(东魁)。醇类和酯类均存在于8个品种中,醇类相对含量从0.82%(晚稻杨梅)至42.49%(二色杨梅),酯类相对含量从0.25%(深红种)至21.46%(二色杨梅)。

### 2.2 不同杨梅品种果实的主要香气成分分析

10个品种杨梅果实的主要香气组成及相对含量分析见表2。软丝安海变的3种最主要香气成分占挥发性成分总量的86.75%,其中相对含量最高的1-石竹烯为77.71%;晚稻杨梅的3种最主要香气成分占挥发性成分总量的80.99%,其中相对含量最高的1-石竹烯为70.09%;荸荠种的3种最主要香气成分占挥发性成分总量的77.89%,其中相对含量最高的1-石竹烯为70.86%;深红种的3种最主要香气成分占挥发性成分总量的77.40%,其中相对含量最高的1-石竹烯是70.37%;东魁的3种最主要香气成分占挥发性成分总量的73.22%,其中相对含量最高的二十四烷是41.31%;二色杨梅的3种最主要香气成分占挥发性成分总量的62.69%,其中相对含量最高的4-萜烯醇为36.00%;八贤道的3种最主要香气成分占挥发性成分总量的55.55%,其中相对含量最高的1-石竹烯是32.61%;浮宫1号的3种最主要香气成分占挥发性成分总量的52.34%,其中相对含量最高的十八烷为18.05%;硬丝安海变的3种最主要香气成分占挥发性成分总量的42.87%,其中相对含量最高的二十七烷为15.39%;水晶杨梅的3种最主要香气成分占挥发性成分总量的41.72%,其中相对含量最高的(1R)-(+)- $\alpha$ -蒎烯是17.65%。

10个品种杨梅果实中,只有1-石竹烯在所有品种中都被鉴定出,但1-石竹烯在不同品种中相对含量差异较大,在软丝安海变、荸荠种、深红种和晚稻杨梅中的相对含量均超过了70%,分别达到了77.71%、70.86%、70.37%和70.09%,东魁和硬丝安海变的相对含量均低于3%,分别只有0.50%和2.28%。相对含量从高到低依次为软丝安海变、荸荠种、深红种、晚稻杨梅、八贤道、浮宫1号、水晶杨梅、二色杨梅、硬丝安海变和东魁。二十烷在8个杨梅品种中鉴定出,其他139种鉴定出的香气成分均在少于8个杨梅品种中同时出现。

表 1 不同品种杨梅香气成分分类

Table 1 Classification of aromatic compounds in fruits of Chinese bayberry cultivars

品种	类别	醇类	酯类	酮类	烷烃	烯烃	芳香烃	其他	共计
软丝安海变	数量/种	1	3	0	5	2	0	1	12
	相对含量/%	1.69	6.00	0	6.16	83.10	0	3.05	100
八贤道	数量/种	2	1	0	6	2	0	1	12
	相对含量/%	17.34	7.81	0	34.25	36.76	0	3.84	100
二色杨梅	数量/种	2	3	0	6	3	1	0	15
	相对含量/%	42.49	21.46	0	20.87	14.94	0.24	0	100
东魁	数量/种	0	0	1	7	1	5	3	17
	相对含量/%	0	0	1.76	77.80	0.50	15.76	4.18	100
浮宫 1 号	数量/种	0	1	1	13	1	2	2	20
	相对含量/%	0	2.61	0.26	78.95	16.58	0.46	1.14	100
硬丝安海变	数量/种	1	0	1	16	3	0	0	21
	相对含量/%	7.47	0	1.06	82.26	9.22	0	0	100
晚稻杨梅	数量/种	1	3	0	11	8	1	7	31
	相对含量/%	0.82	3.06	0	6.17	85.08	0.43	4.45	100
水晶杨梅	数量/种	2	3	1	17	7	0	8	38
	相对含量/%	6.49	7.53	0.61	31.08	47.37	0	6.92	100
荸荠种	数量/种	2	4	2	11	13	1	7	40
	相对含量/%	1.71	3.95	1.60	6.41	81.69	1.68	2.95	100
深红种	数量/种	2	1	0	17	13	0	9	42
	相对含量/%	1.15	0.25	0	18.02	79.29	0	1.28	100

表 2 不同品种杨梅果实的主要香气成分及相对含量

Table 2 Aromatic compounds and relative contents of Chinese bayberries

品种	主要成分及相对含量/%			共计
软丝安海变	1-石竹烯	环氧石竹烯	棕榈酸乙酯	86.75
	77.71	5.59	3.45	
晚稻杨梅	1-石竹烯	环氧石竹烯	环庚烯	80.99
	70.09	5.56	5.34	
荸荠种	1-石竹烯	$\alpha$ -石竹烯	石竹素	77.89
	70.86	3.70	3.33	
深红种	1-石竹烯	环氧石竹烯	二十七烷	77.40
	70.37	3.92	3.11	
东魁	二十四烷	二十烷	2,5-二特丁基对苯二酚	73.22
	41.31	26.83	5.08	
二色杨梅	4-萜烯醇	乙酸乙酯	(1R)-(+)- $\alpha$ 蒎烯	62.69
	36.00	19.01	7.68	
八贤道	1-石竹烯	十八烷	alpha-松油醇	55.55
	32.61	14.17	8.77	
浮宫 1 号	十八烷	二十七烷	1-石竹烯	52.34
	18.05	17.71	16.58	
硬丝安海变	二十七烷	二十六烷	二十烷	42.87
	15.39	13.75	13.73	
水晶杨梅	(1R)-(+)- $\alpha$ 蒎烯	1-十八烷烯	1-石竹烯	41.72
	17.65	16.26	7.81	

### 2.3 不同品种杨梅果实特征香气成分分析

10 个杨梅品种的香气成分差异较大, 每个品种均含有其他品种所没有的特征香气成分, 数量在 3~20 种之间。由表 3 可知, 八贤道果实特征香气成分最少, 只有 3 种, 其他香气成分比较少的还有硬丝安海变、二色杨梅和软丝安海变, 均为 5 种; 果实特征香气成分最多的是深红种, 共有 20 种, 特征香气成分较多的还有晚稻杨梅和水晶杨梅, 均为 16 种。特征香气成分占比最低的是硬丝安海变, 只有 23.81%, 其次是八贤道为 25%; 特征香气成分占比最高的是晚稻杨梅, 达到 51.61%, 其次是深红种, 也达到了 47.62%。不同品种杨梅中最主要的特征香气成分及相对含量分别是: 八贤道 (6, 6-二甲基二环 [3.1.1] 庚-2-烯-2-甲醇, 8.56%)、硬丝安海变 (十四甲基六硅氧烷, 2.61%)、二色杨梅 (乙酸乙酯, 19.01%)、软丝安海变 (棕榈酸乙酯, 3.45%)、浮宫 1 号 (三十一烷, 3.23%)、东魁 (2, 5-二特丁基对苯二酚, 5.08%)、荸荠种 (2, 6-二乙基吡啶, 0.51%)、水晶杨梅 (1-十八烷烯, 16.26%)、晚稻杨梅 (金刚烷, 0.77%) 和深红种 (碘代十六烷, 2.67%)。

表 3 不同品种杨梅果实的特征香气成分及占比

Table 3 Characteristic aromatic compounds and contents of Chinese bayberries

品种	特征香气成分/种	占比例/%	品种	特征香气成分/种	占比例/%
八贤道	3	25.00	东魁	6	35.29
硬丝安海变	5	23.81	荸荠种	11	27.50
二色杨梅	5	33.33	水晶杨梅	16	43.24
软丝安海变	5	41.67	晚稻杨梅	16	51.61
浮宫 1 号	6	30.00	深红种	20	47.62

## 3 讨论与结论

目前我国对杨梅香气的研究还较少, 主要在杨梅叶片<sup>[6-8]</sup>、果实精油<sup>[3,9-10]</sup>等方面对少数几个杨梅品种进行分析, 难以准确、系统地杨梅果实的香气成分进行分析、比较和鉴定。本研究利用 GC-MS 技术对 10 个杨梅品种果实的香气进行了研究, 结果表明烷烃和烯烃是绝大部分杨梅品种的最主要挥发性成分, 这同康文怀等<sup>[11]</sup>的研究结果基本一致。本研究中东魁和荸荠种杨梅的香气成分及含量与张洁等<sup>[10]</sup>研究中的东魁及与康文怀等<sup>[11]</sup>研究中的荸荠种的试验结果不尽相同, 香气成分类型相似

但香气成分及含量有差异, 栽培环境可能是影响杨梅果实香气成分及含量的一个重要因子。生长环境对杨梅果实香气成分的影响方式及相关途径还有待进一步研究。

水晶杨梅是本研究中唯一果色为白色的品种, 其色泽明显区别于其他 9 个红色品种。香气成分分析表明其香气成分与其他 9 个杨梅品种差异较大, 在水晶杨梅中检测到的特征香气成分达到了 16 种, 占其总香气成分 37 种的 43.2%, 相对含量较高的有 1-十八烷烯 (16.26%) 和氧杂环丁烷 (1.60%) 等。

本研究分析的 10 个杨梅品种果实香气成分差异较大, 不同品种间共有香气成分较少, 只有 1-石竹烯在所有 10 个杨梅品种中均被鉴定出。杨晓东等<sup>[9]</sup>对木叶杨梅果实、张洁等<sup>[10]</sup>对东魁杨梅果实以及康文怀<sup>[11]</sup>对荸荠种杨梅果实的研究结果也验证了这一点, 说明 1-石竹烯是杨梅果实的重要香气成分。此外, 二十烷在 8 个品种中被鉴定出, 其他 139 种鉴定出的香气成分均在少于 8 个品种中同时出现。这种现象在荔枝等其他水果的香气成分研究中也类似报道, 徐禾礼等<sup>[12]</sup>分析比较了 7 个荔枝品种果实的香气成分, 发现只有 2 种香气成分同时出现在 7 个品种果实中; 蔡长河等<sup>[13]</sup>也研究发现, 糯米糍荔枝新鲜果实和冷冻果实分别鉴定出 36、29 种香气成分, 仅有 8 种共有香气成分。张运涛等<sup>[14]</sup>对 5 个品种的草莓果实香味成分进行分析, 只有 2 种相对含量超过 1% 的香味成分同时出现在 5 个品种果实中。罗华等<sup>[15]</sup>研究发现施有机肥可增加肥城桃果实香气的种类, 并提高了香气成分的相对含量。魏树伟等<sup>[15]</sup>研究表明套袋后皇家嘎拉苹果的香气成分种类和数量均少于不套袋的, 在贮藏过程中, 果实香气种类均呈上升趋势, 但香气成分相对质量呈下降趋势。秦改花等<sup>[17]</sup>发现早熟梨各品种在不同成熟阶段的香气组成和含量表现出各自不同的特点。冯帆等<sup>[18]</sup>研究发现南果梨采后储藏期香气成分种类和含量均存在不断变化。这些研究表明, 果树不同品种间的香气成分差异大, 同一品种不同的施肥方式、套袋措施、不同成熟度及贮藏过程中果实的香气成分也不尽相同。香气是果实品质的重要影响因素之一, 开展杨梅不同品种、栽培措施和贮藏等对杨梅香气品质的影响研究, 探索杨梅品质调控技术具有广阔的应用前景。

### 参考文献:

[1] 林秀香, 林秋金, 苏金强, 等. 福建省杨梅种质资源概况

- [J]. 福建热作科技, 2007, (4): 18-20.
- [2] 何新华, 陈力耕, 陈怡, 等. 中国杨梅资源及利用研究评述 [J]. 果树学报, 2004, 21 (5): 467-471.
- [3] 麻佳蕾, 许玲玲, 杨晓东, 等. GC-MS 方法分析杨梅果实精油中香气成分 [J]. 化学分析计量, 2009, 18 (2): 21-23.
- [4] 韩素芳, 钟冬莲, 丁明. 固相萃取-气相色谱-质谱测定杨梅香气 [J]. 分析实验室, 2009, 28 (S1): 99-101.
- [5] 刘宁, 林铁, 李正芬. 矮杨梅叶挥发油的 GC-MS 分析 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2004, 10 (6): 15-16.
- [6] 刁银军, 许玲玲, 麻佳蕾, 等. GC-MS 联用分析三个品种杨梅树叶的挥发油组分 [J]. 化学分析计量, 2009, 18 (1): 25-28.
- [7] 王贤亲, 潘晓军, 林丹, 等. 丁岙杨梅叶挥发油的 GC-MS 分析 [J]. 食品研究与开发, 2009, 30 (2): 98-99.
- [8] 马惠芬, 闫争亮, 泽桑梓, 等. 毛杨梅叶挥发性化学成分的 GC-MS 分析 [J]. 广东农业科学, 2011, (16): 88-89.
- [9] 杨晓东, 肖珊美, 韩铮, 等. 杨梅果实挥发油的气-质联用分析 [J]. 果树学报, 2008, 25 (2): 244-249.
- [10] 张洁, 郭金星, 张汝忠, 等. 东魁杨梅果实储藏期挥发性有机化合物成分的变化 [J]. 浙江农林大学学报, 2012, 29 (1): 143-150.
- [11] 康文杯, 徐岩, 范文来, 等. 基于 HS-SPME 和 GC/MS 定量分析杨梅特征香气成分 [J]. 食品工业科技, 2009, (12): 380-384.
- [12] 徐禾礼, 余小林, 胡卓炎, 等. 七个荔枝品种果实香气成分的提取与分析研究 [J]. 食品与机械, 2010, 26 (2): 23-26, 39.
- [13] 蔡长河, 陈玉旭, 曾庆孝, 等. 冷冻处理对荔枝香气成分的影响 [J]. 食品科学, 2008, (8): 557-561.
- [14] 张运涛, 王桂霞, 董静, 等. 草莓 5 个品种的果实香味成分分析 [J]. 园艺学报, 2008, 35 (3): 433-437.
- [15] 罗华, 李敏, 胡大刚, 等. 不同有机肥对肥城桃果实产量及品质的影响 [J]. 植物营养与肥料学报, 2012, 18 (4): 955-964.
- [16] 魏树伟, 王少敏, 周广芳, 等. 套袋对皇家嘎拉苹果贮藏过程中香气成分的影响 [J]. 果树学报, 2009, 26 (1): 82-85.
- [17] 秦改花, 张虎平, 陶书田, 等. 早熟梨果实不同成熟阶段的香气组成 [J]. 食品科学, 2012, (6): 220-224.
- [18] 冯帆, 辛广, 张博, 等. 南果梨采后 20℃ 储藏期香气成分变化 [J]. 食品科学, 2010, (12): 266-269.

(责任编辑: 黄爱萍)