

DOI: 10.11913/PSJ.2095-0837.2019.60820

郑浩, 韩佳欣, 韩飞, 张琼, 钟彩虹. 有机及生态绿色栽培对猕猴桃果实品质的影响[J]. 植物科学学报, 2019, 37(6): 820~827
Zheng H, Han JX, Han F, Zhang Q, Zhong CH. Effects of organic and ecological green cultivation on *Actinidia chinensis* Planch. quality [J]. *Plant Science Journal*, 2019, 37(6): 820~827

有机及生态绿色栽培对猕猴桃果实品质的影响

郑浩^{1,2,3}, 韩佳欣^{1,2,3,4}, 韩飞^{1,2,3}, 张琼^{1,2,3*}, 钟彩虹^{1,2,3*}

(1. 中国科学院武汉植物园, 中国科学院种质创新与特色农业重点实验室, 武汉 430074;

2. 中国科学院核心植物园, 资源植物学协同中心, 中国科学院, 武汉 430074;

3. 中国科学院种子创新研究院, 北京 100101; 4. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要: 以中华猕猴桃(*Actinidia chinensis* Planch.)品种‘H-1’为材料, 研究有机栽培和生态绿色栽培模式对其可溶性固形物、总糖、总酸、Vc、氨基酸、矿物元素和香气等果实品质性状的影响。结果显示: 生态绿色栽培的‘H-1’中, 果实可溶性固形物、总糖和Vc含量比有机栽培的果实分别高出15.90%、26.30%和29.25%, 其中Vc的差异最为明显; 总酸含量与有机栽培种相差不大; 有机栽培的‘H-1’中必需氨基酸的含量是生态绿色栽培种的1.69倍, 且锌和钙的含量也高于生态绿色栽培, 但钾元素含量相差不明显; 生态绿色栽培的‘H-1’果实中可检出的果香成分比有机栽培多5种。研究结果表明栽培方式不同, 猕猴桃果实品质表现出一定差异, 可根据果实鲜食及加工用途的不同选择合适的栽培方式。

关键词: 有机栽培; 生态绿色栽培; 中华猕猴桃品种‘H-1’; 果实品质

中图分类号: S663.4

文献标识码: A

文章编号: 2095-0837(2019)06-0820-08

Effects of organic and ecological green cultivation on *Actinidia chinensis* Planch. quality

Zheng Hao^{1,2,3}, Han Jia-Xin^{1,2,3,4}, Han Fei^{1,2,3}, Zhang Qiong^{1,2,3*}, Zhong Cai-Hong^{1,2,3*}

(1. Key Laboratory of Plant Germplasm Enhancement and Specialty Agriculture, Wuhan Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430074, China; 2. Center of Economic Botany, Core Botanical Gardens, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430074, China; 3. Innovation Academy of Seed Design, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China; 4. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: Fruit quality is an important factor affecting the flavor of *Actinidia* Lindl and its popularity in the market. In this study, we analyzed quality traits in *Actinidia chinensis* Planch. cv. ‘H-1’, including soluble solids, total sugar, total acid, Vc, amino acids, mineral elements, and aroma under organic cultivation and ecological green cultivation. Results showed that the contents of soluble solids, total sugar, and Vc were 15.90%, 26.30%, and 29.25% higher, respectively, in ‘H-1’ cultivated under the ecological green pattern than that under the organic pattern. Significant differences were found in the content of Vc between the two patterns, but no significant differences were detected in the content of total acid. The essential amino acid content in ‘H-1’ was 1.69 times higher under the organic pattern than that under the ecological green pattern. The contents of Zn and Ca in the fruit were higher

收稿日期: 2019-07-18, 退修日期: 2019-09-16。

基金项目: 国家自然科学基金项目(31772268); 武汉市应用基础前沿项目(20190201010075); 中国科学院武汉植物园科研骨干人才计划(Y855251A04)。

This work was supported by grants from the National Natural Science Foundation of China (31772268), Wuhan Applied Basic Research Project (20190201010075), and Backbone Talent Program of the Wuhan Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences (Y855251A04).

作者简介: 郑浩(1994-), 男, 工程师, 研究方向为猕猴桃种质资源遗传(E-mail: 1947656787@qq.com)。

* 通讯作者(Almbr for correspondence. E-mail: qiongzhang@wbgcas.cn; zhongch@wbgcas.cn)

under the organic pattern than under the ecological green pattern; however, the difference in potassium content was minor. Moreover, five specific aroma components were found in organic 'H-1'. The 'H-1' quality varied due to different cultivation patterns, so appropriate cultivation methods should be selected according to the purposes of production.

Key words: Organic cultivation; Ecological green cultivation; *Actinidia chinensis* cv. 'H-1'; Fruit quality

猕猴桃(*Actinidia*)俗称杨桃、毛桃、山洋桃、毛梨桃等,别名“奇异果”,是原产于我国的藤本果树。我国猕猴桃的种植范围主要分布于陕西、四川、河南、湖南、贵州、浙江、江西、湖北等省^[1]。猕猴桃的Vc含量在水果中名列前茅,一颗猕猴桃能提供一人一日Vc需求量的两倍多,因而被誉为“水果之王”^[2,3]。

猕猴桃是我国最重要的农产品之一,我国猕猴桃的栽培面积和产量一直居世界首位^[1,2]。然而在国际市场上,我国猕猴桃果实的品质与传统猕猴桃强国仍存在一定差距^[4-6]。主要表现在果实可溶性固形物含量偏低、优质果率低、品质良莠不齐,造成这种现象的原因是我国猕猴桃栽培技术欠缺、化肥过量使用,甚至大规模滥用保果剂和果实膨大剂,导致猕猴桃果实品质受到不同程度的影响^[7-9]。

目前,解决土地资源利用不合理、化肥农药大规模使用等问题最有效的手段是采用有机栽培和生态绿色栽培。有机栽培要求在生产中不使用化学合成的肥料、农药和生长调节剂,也不采用基因工程手段和离子辐射技术,而是遵循自然规律,采取农作、物理和生物的方法来培肥土壤、防治病虫害,以获得安全的生物及其产物的农业生产体系^[10,11]。而生态绿色栽培必须选择符合规定标准的生态环境和产地,在生产过程中允许按照绿色食品的多项食品生产标准来限量使用限定的化学合成物质^[10,11]。目前,这两种栽培模式已成为发展无公害有机绿色食品生产的可靠途径,在我国猕猴桃产业中逐渐发展起来。

本研究以中华猕猴桃(*A. chinensis* Planch.)品种'H-1'为材料,通过测定有机栽培和生态绿色栽培两种模式下猕猴桃果实品质的差异,探讨两种栽培方式对果实品质的影响,以期为改良猕猴桃果实品质和选择合适的栽培方式等研究奠定理论基础。

1 材料与方法

1.1 实验材料

中华猕猴桃品种'H-1'是由中国科学院武汉植物园选育的优质黄肉猕猴桃新品种。其果实短圆柱形、个头小,平均果重40~60 g,果面暗绿色,稀被浅黄色短绒毛,成熟时脱落,果肉为黄色,风味浓甜又清香^[3]。

本研究选取湖北省黄冈市浠水县程家山猕猴桃基地生态绿色栽培的品种'H-1'和浠水县散花猕猴桃基地有机栽培的'H-1'果实为试材(简称生态绿色'H-1'和有机'H-1')。在两个栽培基地,各选择9株结果5年以上的植株,每株随机选取10个无机械损伤、无病虫害、坐果156 d的成熟果实用于指标测定,实验重复3次。

1.2 实验方法

1.2.1 果实品质分析

(1)果实单果重:采用精度到0.001 g的电子称称量单果重;(2)可溶性固形物:采用PAL-1折光仪测定可溶性固形物含量;(3)硬度:采用GY-4-J数显水果硬度计测定果实硬度;(4)采用国标GB 5009.86-2016《食品中抗坏血酸的测定》的2,6-二氯靛酚滴定法测定果肉中的Vc含量;(5)采用GB 5009.7-2016食品安全国家标准《食品中还原糖的测定》的直接滴定法测定果肉中的总糖含量;(6)采用国标GB/T 12456-2008《食品中总酸的测定》的酸碱滴定法测定果肉中的总酸含量;(7)采用国标GB 5009.124-2016《食品中氨基酸的测定》检测果肉中的游离氨基酸含量;(8)采用国标GB 5009.268-2016《食品中多元素的测定》检测果肉中的钾、钙、锌、硒4种元素含量。

1.2.2 果品香气成分分析

(1)样品前处理

选取成熟期的有机'H-1'和生态绿色'H-1'果实,在液氮中将果肉用A11 basic粉碎机粉碎,用

电子称称取约2 g到顶空瓶中,密封放到-80℃保存。固相萃取前在顶空瓶中加入3 μ L内标环己酮溶液,再将(50/30 μ m)DVB/CAR/PDMS顶空-固相微萃取仪针头插入顶空瓶中,并放入DF-101S集热式恒温加热磁力搅拌器中进行顶空固相萃取,然后采用7890B-7000C气相色谱-质谱联用仪(GC-MS,安捷伦)进行分析,重复3次取平均值。

(2) GC-MS分析

气相色谱条件:色谱柱BD-WAX(30 m \times 250 μ m \times 0.25 μ m),进样温度240℃;起始温度40℃,保留1 min,以6℃/min升至170℃,保留1 min;以15℃/min升至230℃,保留5 min;载气为He,体积流量为1 mL/min。质谱条件:EI +电离源,电子能量为70 eV,灯丝流量为35 μ A,扫描范围为35 ~ 350,离子源温度为230℃。对照GS-MS相应峰值读出数据,应用SPSS 22.0软件对数据进行分析处理。

2 结果与分析

2.1 果实常规品质分析

本研究对有机和生态绿色‘H-1’的鲜果进行品质测定,结果显示(表1),有机‘H-1’平均单果重高于生态绿色‘H-1’。生态绿色果实的可溶性固形物、总糖和Vc含量均在不同程度上高于有机‘H-1’,而总酸含量二者相差不大。其中,生态绿色‘H-1’的可溶性固形物含量比有机‘H-1’高出15.90%;总糖含量比有机高26.30%;Vc含量比有机高29.25%。两种果实Vc含量相差较大。此外,在各项指标中,生态绿色鲜果的可溶性固形物含量增幅最大,而总酸含量在两种果实中相差不大,说明不同栽培方式对可溶性固形物含量的影响更明显。由于生态绿色‘H-1’果实的糖酸比高于有机‘H-1’,因此生态绿色‘H-1’果实口感更甜。

表1 不同栽培方式下中华猕猴桃品种‘H-1’果实的品质参数
Table 1 Fresh fruit quality of *Actinidia chinensis* cv.‘H-1’ under different cultivation conditions

栽培方式 Cultivation	平均果重 Average fruit weight (g)	可溶性固形物 Soluble solid (%)	总糖 Total sugar (g/100 g)	总酸 Total acid (g/Kg)	维生素C Vc (mg/100 g)	糖酸比 Sugar-acid ratio (%)
有机栽培 Organic cultivation	43.92 \pm 3.06	14.91 \pm 0.87	8.10 \pm 0.72	14.18 \pm 0.53	61.30 \pm 5.22	5.72 \pm 0.57
生态绿色栽培 Ecological green cultivation	38.65 \pm 3.73	17.28 \pm 0.98	10.23 \pm 0.81	14.25 \pm 1.12	79.23 \pm 5.47	7.23 \pm 0.56

2.2 游离氨基酸含量分析

本研究对有机和生态绿色‘H-1’果实的游离氨基酸进行了检测。结果发现,有机‘H-1’游离氨基酸总含量高于生态绿色‘H-1’,其中有机‘H-1’果实的香甜味氨基酸、脂肪族氨基酸和必需氨基酸均高于生态绿色‘H-1’,而二者在芳香族氨基酸和药效氨基酸含量上相差不明显(图1)。在两种栽培条件下的果实,共检测出苏氨酸(Thr)、缬氨酸(Val)、蛋氨酸(Met)、异亮氨酸(Ile)、亮氨酸(Leu)、苯丙氨酸(Phe)和赖氨酸(Lys)7种人体必需的氨基酸;以及天冬氨酸(Asp)、丝氨酸(Ser)、谷氨酸(Glu)、甘氨酸(Gly)、丙氨酸(Ala)、胱氨酸(Cys)、酪氨酸(Tyr)、Y-氨基丁酸(GABA)、鸟氨酸(Orn)、组氨酸(His)和精氨酸(Arg)等11种人体非必须氨基酸。两种果实在天冬氨酸、苏氨酸、丙氨酸、胱氨酸和苯丙氨酸含量上相差较大(图2)。有机‘H-1’果实中,苏氨酸和苯丙氨酸的含量比生态绿色‘H-1’高出近一倍;而精氨酸的含量二者相差不大。研究结果表明,在不同栽培条件下,两种果实中游离氨基酸的含量存在一定差异。

2.3 矿物元素分析

‘H-1’果实矿物元素含量检测结果显示,在锌、硒、钾、钙4种元素中,钙元素含量最丰富,钾元素含量最低,硒元素未检出(表2)。其中,有机‘H-1’果实的锌含量比生态绿色‘H-1’高12.5%;生态绿色‘H-1’果实中的钙含量比有机‘H-1’高23.1%;二者钾元素的含量相差不大。

2.4 果实香气成分分析

本研究在有机和生态绿色‘H-1’果实中共检测出45种香气成分(表3)。其中,有机‘H-1’果实共检测出38种果香成分,包括:丁酸甲酯、己醛、桉油精、(E)-2-己烯醛、戊醇、(E)-2-庚烯醛、(E,E)-2,4-庚二烯醛等主要成分,属脂类、烯醛和醇类化合物;而生态绿色‘H-1’中,共检测

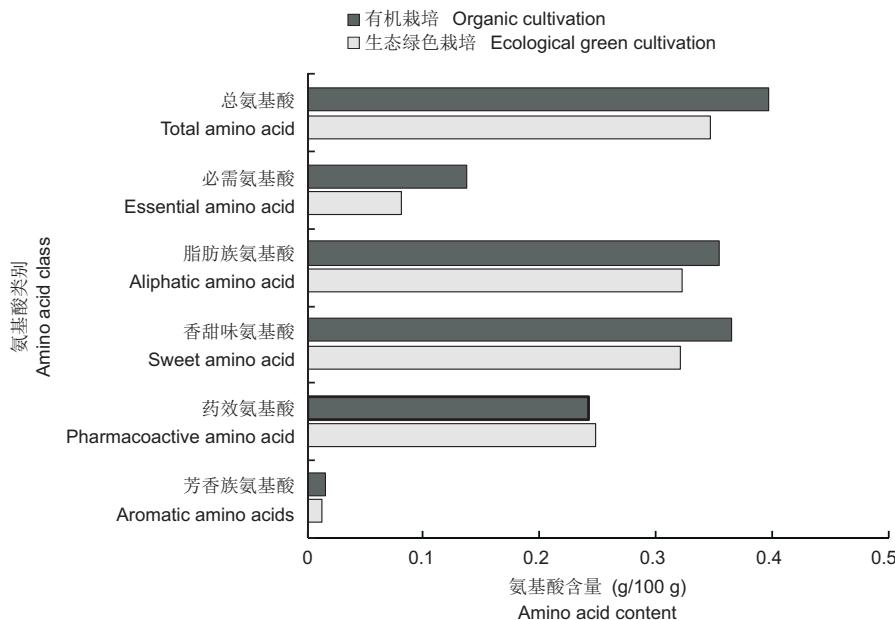


图1 有机与生态绿色‘H-1’果实氨基酸含量的比较

Fig. 1 Comparison of amino acid content in ‘H-1’ between organic and ecological green cultivation

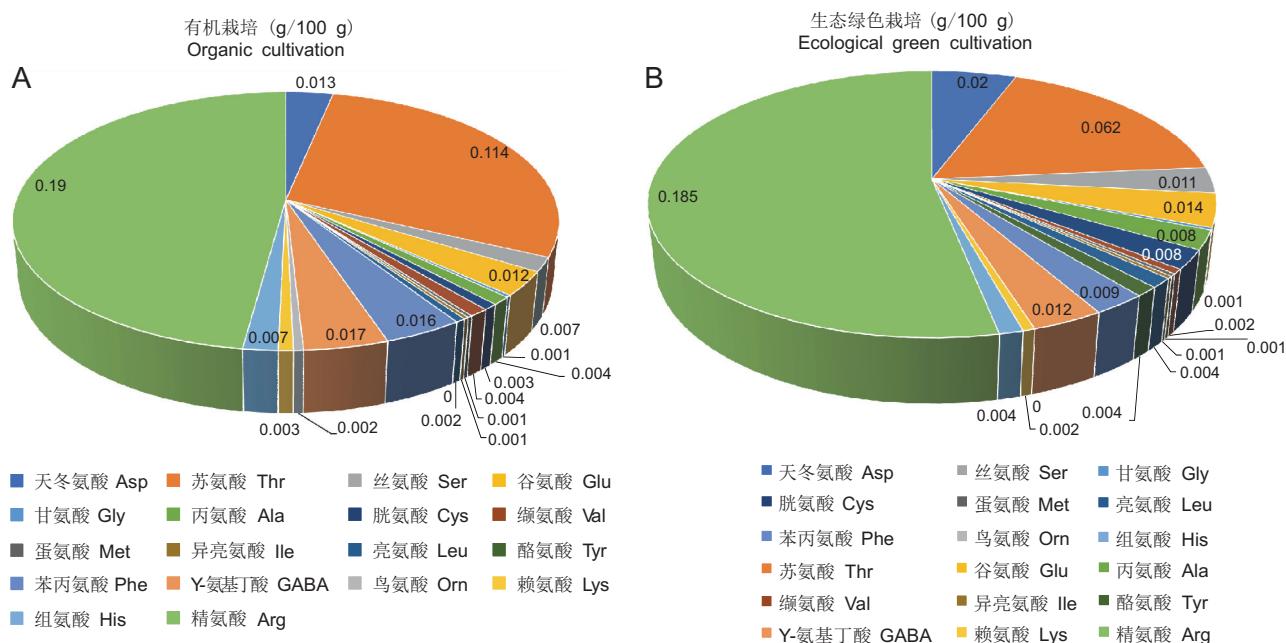


图2 有机与生态绿色‘H-1’果实氨基酸含量

Fig. 2 Amino acid content in ‘H-1’ under organic and ecological green cultivation

表2 ‘H-1’果实中矿物元素的含量
Table 2 Determination of mineral elements in ‘H-1’

栽培 Cultivation	矿物元素 Mineral element			
	锌 Zn (mg/kg)	硒 Se (mg/kg)	钾 K (mg/kg)	钙 Ca (mg/kg)
有机栽培 Organic cultivation	1.44	-	0.31	364
生态绿色栽培 Ecological green cultivation	1.28	-	0.34	448

表3 有机和生态绿色‘H-1’果实香气成分及含量
Table 3 Aroma components and contents in ‘H-1’ under organic and ecological green cultivation

编号 No.	化合物名称 Component name	相对含量 (%)		分子式 Molecular formula	分子质量 Molecular weight
		有机‘H-1’ Organic ‘H-1’	生态绿色‘H-1’ Ecological green ‘H-1’		
1	乙酸乙酯 Ethyl acetate	0.0016	0.0072	C ₄ H ₈ O ₂	88
2	呋喃,2-乙基- Furan,2-ethyl-	0.0029	0.0223	C ₆ H ₈ O	96
3	丙酸乙酯 Propanoic acid ethyl ester	—	0.0115	C ₅ H ₁₀ O ₂	102
4	戊醛 Pentanal	0.0463	0.0557	C ₅ H ₁₀ O	86
5	丁酸甲酯 Butanoic acid,methyl ester	0.0738	0.0174	C ₅ H ₁₀ O ₂	102
6	2-甲基-5-(1-甲基乙基)-双环[3.1.0]-2-己烯 Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene,2-methyl-5-(1-methylethyl)-	—	0.0776	C ₁₀ H ₁₆	136
7	丁酸乙酯 Butanoic acid,ethyl ester	—	0.3944	C ₅ H ₁₀ O ₂	116
8	己醛 Hexanal	0.4447	0.8446	C ₆ H ₁₂ O	100
9	松烯 Bicyclo[3.1.0]hexane,4-methylene-1-(1-methylethyl)-	0.0100	0.0446	C ₁₀ H ₁₆	136
10	β-水芹烯 beta-phellandrene	0.0058	0.1032	C ₁₀ H ₁₆	136
11	(E)-2-戊烯醛 2-Pentenal,(E)-	0.0188	0.0964	C ₅ H ₈ O	82
12	1-戊烯-3-醇 1-Penten-3-ol	0.0253	0.0784	C ₅ H ₁₀ O	86
13	1-甲基-4-(1-甲基乙基)-1,3-环己二烯 1,3-Cyclohexadiene,1-methyl-4-(1-methylethyl)-	0.0069	—	C ₁₀ H ₁₆	136
14	庚醛 Heptanal	0.0433	0.0500	C ₇ H ₁₄ O	102
15	D-柠檬酸 D-Limonene	0.0190	0.0243	C ₁₀ H ₁₆	136
16	桉油精 Eucalyptol	0.0858	0.1560	C ₁₀ H ₁₈ O	154
17	(E)-2-己烯醛 2-Hexenal,(E)-	0.4344	0.4510	C ₆ H ₁₀ O	98
18	呋喃,2-戊基- Furan,2-pentyl-	0.0151	0.0267	C ₉ H ₁₄ O	138
19	己酸乙酯 Hexanoic acid,ethyl ester	—	0.0348	C ₈ H ₁₆ O ₂	144
20	伽马-松烯 gamma-Terpinene	0.0145	0.0612	C ₁₀ H ₁₆	136
21	戊醇 1-Pentanol	0.0646	0.1042	C ₅ H ₁₂ O	88
22	苏合香烯 Styrene	0.0168	—	C ₈ H ₈	104
23	(+)-4-蒈烯 (+)-4-Carene	0.0085	0.0311	C ₁₀ H ₁₆	136
24	(E)-2-癸烯醛 2-Decenal,(E)-	—	0.0275	C ₁₀ H ₁₈ O	154
25	(E)-2-庚烯醛 2-Heptenal,(E)-	0.1123	0.2452	C ₇ H ₁₂ O	112
26	6-甲基庚烯酮 5-Hepten-2-one,6-methyl-	0.0068	0.0146	C ₈ H ₁₄ O	126
27	1-己醇 1-Hexanol	0.0225	0.0358	C ₆ H ₁₄ O	102
28	壬醛 Nonanal	0.0157	0.0280	C ₉ H ₁₈ O	142
29	(R)-5,7-二甲基-1,6-辛二烯 1,6-Octadiene,5,7-dimethyl-,(R)-	—	0.0119	C ₁₀ H ₁₈	138
30	(E)-2-辛烯醛 2-Octenal,(E)-	0.0257	0.0548	C ₈ H ₁₄ O	126
31	1-辛烯-3-醇 1-Octen-3-ol	0.0218	0.0420	C ₈ H ₁₆ O	130
32	1-庚醇 1-Heptanol	0.0133	0.0226	C ₇ H ₁₆ O	116
33	(E,E)-2,4-庚二烯醛 (E,E)-2,4-Heptadienal	0.0589	0.1638	C ₇ H ₁₀ O	110
34	3,5,5-三甲基-1-己烯 3,5,5-trimethyl-1-hexene	0.0071	0.0156	C ₉ H ₁₈	126
35	癸醛 Decanal	0.0042	0.0094	C ₁₀ H ₂₀ O	156
36	3,5-辛二烯-2-酮 3,5-Octadien-2-one	0.0019	0.0067	C ₈ H ₁₂ O	134
37	安息香醛 Benzaldehyde	0.0082	0.0171	C ₇ H ₁₆ O	106
38	(E)-2-壬烯醛 2-Nonenal,(E)-	0.0059	0.0192	C ₉ H ₁₆ O	140
39	甲酸辛酯 Formic acid octyl ester	0.0111	0.0187	C ₉ H ₁₈ O ₂	158
40	(E,Z)-2,6-壬二烯醛 2,6-Nonadienal,(E,Z)-	0.0022	0.0081	C ₉ H ₁₄ O	138
41	辛酸,8-羟基-甲酯 Octanoic acid,8-hydroxy-,methyl ester	—	0.0031	C ₉ H ₁₈ O ₃	174
42	萜烯醇 Terpinen-4-ol	0.0016	0.0048	C ₁₀ H ₁₈ O	154
43	(Z)-5-辛烯-1-醇 5-Octen-1-ol,(Z)-	0.0054	0.0083	C ₈ H ₁₆ O	128
44	(E)-2-癸烯醛 2-Decenal,(E)-	0.0032	0.0081	C ₁₀ H ₁₈ O	154
45	苯甲酸乙酯 Benzoic acid,ethyl ester	0.0058	0.0213	C ₉ H ₁₀ O ₂	150

出43种香气成分,主要包括:丁酸乙酯、己醛、 β -水芹烯、桉油精、戊醇、(E)-2-庚烯醛、(E,E)-2,4-庚二烯醛等,属酯类、烯醛和醇类化合物。值得注意的是,1-甲基-4-(1-甲基乙基)-1,3-环己二烯和苏合香烯两种化合物只出现在有机‘H-1’中。而在生态绿色‘H-1’中,也检测到7种特异性化合物,分别是:丙酸乙酯、2-甲基-5-(1-甲基乙基)-双环[3.1.0]-2-己烯、丁酸乙酯、己酸乙酯、(E)-2-癸烯醛、(R)-5,7-二甲基-1,6-辛二烯、辛酸、8-羟基-甲酯。

有机和生态绿色‘H-1’果实中也存在部分相同的香气成分,包括:戊醛、丁酸甲酯、己醛、(E)-2-戊烯醛、桉油精、(E)-2-己烯醛、戊醇、(E)-2-庚烯醛、(E,E)-2,4-庚二烯醛等。然而这些化合物在两种果实中的含量存在一定差异。如有机‘H-1’果实中的丁酸甲酯含量是生态绿色‘H-1’的4倍以上;而生态绿色‘H-1’的(E)-2-戊烯醛、(E,E)-2,4-庚二烯醛和(E)-2-庚烯醛含量分别是有机‘H-1’的5倍、2.7倍和2.1倍。在不同栽培条件下,生态绿色‘H-1’果实中检测到的香气物质的种类和含量明显高于有机‘H-1’。

3 讨论

本研究分析了在不同栽培模式下,中华猕猴桃品种‘H-1’果实的重量、糖、酸、Vc、游离氨基酸、矿物元素以及香气成分等的差异。其中糖、酸的含量以及糖酸比直接关系到猕猴桃的风味,含糖量略高而含酸量适当,可使猕猴桃的风味更佳,而糖酸比可以作为衡量猕猴桃风味的重要指标^[12-15]。李洁维等^[15]研究发现,猕猴桃果实的糖酸比在5~7时,果实的风味较好。本研究中,生态绿色‘H-1’果实的糖酸比(7.2)高于有机‘H-1’(5.7),鲜食口感偏甜,更受喜甜人群的青睐。

果实中的游离氨基酸不仅反映了果实的营养成分,而且某些游离氨基酸对果实风味也有一定的影响。刘双双等^[16]对巨峰葡萄(*Vitis vinifera* cv.‘Kyoho’)的研究表明,有机栽培的巨峰葡萄总氨基酸、必需氨基酸、呈味氨基酸和香气相关氨基酸的含量显著高于常规栽培,尤其是与香气相关的氨基酸较高。本研究中,有机‘H-1’果实的总氨基酸、香甜味氨基酸、脂肪族氨基酸和必需氨基酸均高于生态绿色‘H-1’,而芳香族氨基酸、香气相关

氨基酸和药效氨基酸含量相差不明显,可见有机栽培方式对于猕猴桃果实氨基酸含量的提升具有一定影响。

本研究发现,生态绿色栽培的‘H-1’果实中可溶性固形物、总糖、Vc含量、香气种类和含量均高于有机‘H-1’。孙燕霞等^[17]对富士苹果(*Malus domestica* Borkh. cv.‘Fuji’)的研究发现,在有机栽培模式下,果实中的可溶性固形物含量、香气物质种类和含量均高于常规栽培,而可滴定酸则相差不大。本研究与前人对苹果的研究结果存在一定差异,但可滴定酸的含量差异不明显,说明有机和生态栽培方式对果实酸的含量影响不大。在果实重量方面,有机‘H-1’单果重明显高于生态绿色‘H-1’,因此有机栽培的猕猴桃在产量方面可能优于生态绿色栽培。

猕猴桃中含有丰富的对人体有益的矿物元素,其中钙含量最高,其次是锌、钾和硒^[18-20]。张珠宝等^[21]对黑芝麻(*Sesamum indicum* L.)的研究发现,普通栽培和有机栽培黑芝麻中的矿质元素含量存在显著差异,有机栽培黑芝麻除锰含量比普通黑芝麻低47.5%外,其他14种主要矿质元素均优于普通栽培,其中有机栽培种中的钾、镁、钙、钠和磷元素较常规栽培种高58.6%~132.0%。本研究中,生态绿色‘H-1’果实的钙含量是有机栽培‘H-1’的1.23倍,而有机栽培‘H-1’果实的锌含量是生态绿色果实的1.12倍。

香气成分分析发现,不同栽培条件下,‘H-1’果实香气成分中挥发性脂类、C6醛、醇类的含量都较为突出。表明生态绿色和有机‘H-1’果实的香气成分和含量存在较大差别。丁酸酯类是构成浓郁、甜美的果香和浆果香的主要成分;(E)-2-己烯醛和(E,E)-2,4-庚二烯醛等能产生清新的青香^[22-25]。虽然两种栽培条件下‘H-1’果实都具有丁酸甲酯、(E)-2-己烯醛和(E,E)-2,4-庚二烯醛,但含量却相差数倍。主要芳香类化合物含量的差别,会对猕猴桃果实香味带来较大影响。在生产中,可根据猕猴桃鲜食或生产加工的不同需求,选择合适的栽培方式。

Zhang等^[26]对‘翠玉’(*A. deliciosa* cv.‘Cuiyu’)、‘金桃’(*A. chinensis* cv.‘Jintao’)和‘秃果毛花’(*A. eriantha* cv.‘Tuguo’)3个猕猴桃品种的研究表明,它们具有6种标志性的挥发性物

质,其中包括仅存在于中华猕猴桃中的2-甲基-5-(1-甲基乙基)-双环[3.1.0]-2-己烯和仅存在于美味猕猴桃(*Actinidia deliciosa*)中的1-甲氧基-2-甲基苯和(E,E)-2,4-庚二烯醛等成分。‘H-1’属于中华猕猴桃,有机和生态绿色栽培的‘H-1’果实的香气成分中均鉴定出有(E,E)-2,4-庚二烯醛,而Zhang等^[26]的研究发现,(E,E)-2,4-庚二烯醛是仅属于美味猕猴桃的特有标志化合物,原因可能与其研究材料的选取存在一定局限性有关。今后的研究可选择更多猕猴桃不同品种,进行标志性挥发物的鉴定,以免误判和遗漏重要的挥发性化合物。本研究在‘H-1’果实中,鉴定到一些特有的挥发性物质,利用GC-MS方法进一步测定猕猴桃的香气成分及含量,并结合人体嗅觉感官对香气的捕获,才能将猕猴桃果实的香气研究进一步的推进^[27-30]。

对于目前日益丰富的水果农产品而言,人们更加重视果实风味及营养成分。根据不同的生产和加工用途,选择合适的栽培方式将是果树研究的重要方向。本研究对不同栽培条件下的猕猴桃果实品质进行了分析,今后可以结合园区光照等环境因素和有机肥料的配比等因素,对其果实品质开展深入研究。

参考文献:

- [1] 钟彩虹,黄宏文.中国猕猴桃科研与产业四十年[M].合肥:中国科学技术大学出版社,2018.
- [2] 黄宏文.猕猴桃研究进展(Ⅷ)[M].北京:科学出版社,2018.
- [3] 黄宏文.中国猕猴桃种质资源[M].北京:中国林业出版社,2013.
- [4] 任艳玲,王涛,王勇,曹琪琪,黄洪媛,等.鲜食猕猴桃国内外农药最大残留限量标准研究[J].世界农业,2018(6):49-56.
Ren YL, Wang T, Wang Y, Cao QQ, Huang HY, et al. Study on maximum pesticide residue limits of fresh kiwi fruit at home and abroad [J]. *World Agriculture*, 2018(6): 49-56.
- [5] 李春梅.陕西猕猴桃果实质安全生产现状与对策研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2015.
- [6] 庞荣丽,王瑞萍,郭琳琳,李君,方金豹,等.我国猕猴桃质量标准现状及其与国际组织比较[J].北方园艺,2016(13):187-192.
Pang RL, Wang RP, Guo LL, Li J, Fang JB, et al. Status quo of quality standards of Chinese kiwifruit and comparison with international organizations [J]. *Northern Horticulture*, 2016(13): 187-192.
- [7] 刘娟娟,刘金柱,李兰.果品质量安全存在问题与对策[J].河北果树,2012(5):32-35.
Liu JJ, Liu JZ, Li L. Problems and countermeasures of fruit quality and safety [J]. *Hebei Fruit*, 2012(5): 32-35.
- [8] 翟金良.我国猕猴桃产业存在的问题及发展对策[J].科技促进发展,2015,11(4):521-529.
Zhai JL. Problems existing in Chinese kiwifruit industry and development countermeasures [J]. *Science and Technology to Promote Development*, 2015, 11(4): 521-529.
- [9] 姚改芳.不同栽培种梨果实糖酸含量特征及形成规律研究[D].南京:南京农业大学,2011.
- [10] 王必姣.无公害农产品、绿色食品与有机食品的异同[N].农业科技报,2019-03-20(003).
- [11] 刘义满.无公害食品、绿色食品及有机食品的概念及区别[J].中国园艺文摘,2010,26(2):173-175.
Liu YM. Concepts and differences of pollution-free food, green food and organic food [J]. *China Horticulture Abstract*, 2010, 26(2): 173-175.
- [12] Mikulic-Petkovsek M, Schmitzer V, Slatnar A, Stampar F, Veberic R, et al. Composition of sugars, organic acids, and total phenolics in 25 wild or cultivated berry species [J]. *J Food Sci*, 2012, 77(10): C1064-C1070.
- [13] 郑丽静,聂继云,闫震.糖酸组分及其水果风味的影响研究进展[J].果树学报,2015,32(2):304-312.
Zheng LJ, Nie JY, Yan Z. Research progress on components of glycolic acid and its effect on fruit flavor [J]. *Acta Fruiting Science*, 2015, 32(2): 304-312.
- [14] 马玉杰,陈伟,王仕玉,李坤明,李正文.云南省5种野生猕猴桃的果实种子形态和营养成分分析[J].江苏农业科学,2019,47(12):193-196.
Ma YJ, Chen W, Wang SY, Li KM, Li ZW. Analysis of fruit seed morphology and nutrient composition of five wild kiwifruits in Yunnan province [J]. *Jiangsu Agricultural Science*, 2019, 47(12): 193-196.
- [15] 李洁维,毛世忠,梁木源,李瑞高.猕猴桃属植物果实营养成分的研究[J].广西植物,1995,15(4):377-382.
Li JW, Mao SZ, Liang MY, Li RG. Study on the nutritional composition of fruit of kiwi [J]. *Guizhou Botany*, 1995, 15(4): 377-382.
- [16] 刘双双,俞信光,高长达,冯亚斌,钱广,等.有机栽培对巨峰葡萄品质的影响[J].浙江农业学报,2015,27(12):2114-2121.
Liu SS, Yu XG, Gao CD, Feng YB, Qian G, et al. Effects of organic cultivation on the quality of Jufeng grape [J]. *Journal of Zhejiang Agricultural Sciences*, 2015, 27(12): 2114-2121.
- [17] 孙燕霞,宋来庆,刘美英,赵玲玲,唐岩,等.有机栽培富士苹果果实品质和香气成分分析[J].山东农业科学,2013,45(10):63-65.
Sun YX, Song LQ, Liu MY, Zhao LL, Tang Y, et al. Analysis of quality and volatile components of Fuji apple fruit under organic cultivation [J]. *Shandong Agricultural Science*, 2013, 45(10): 63-65.

- ysis of the quality and aroma components of organically cultivated Fuji apple [J]. *Shandong Agricultural Science*, 2013, 45(10): 63–65.
- [18] 高艳菲. 微量元素对人体健康的影响 [J]. 旅行医学科学, 2008, 14(2): 3–4.
Gao YF. Effects of trace elements on human health [J]. *Journal of Travel Medicine*, 2008, 14(2): 3–4.
- [19] 王艳燕, 刘临. 原子吸收分光光度法测定猕猴桃中微量元素 [J]. 微量元素与健康研究, 2008, 25(6): 42–43.
Wang YY, Liu L. Determination of trace elements in kiwifruit by atomic absorption spectrophotometry [J]. *Study on Trace Elements and Health*, 2008, 25(6): 42–43.
- [20] 张莹, 刘树芳. 微量元素锌与人体健康 [J]. 科技资讯, 2019, 17(5): 253–254.
Zhang Y, Liu SF. Trace element zinc and human health [J]. *Science and Technology Information*, 2019, 17(5): 253–254.
- [21] 张珠宝, 焦泽鹏, 李焕勇, 雷浩. 有机和常规栽培的黑芝麻中矿质元素的比较 [J]. 化学与生物工程, 2014, 31(5): 72–74.
Zhang ZB, Jiao ZP, Li HY, Lei H. Comparison of mineral elements in organic and conventional black sesame seeds [J]. *Chemical and Biological Engineering*, 2014, 31(5): 72–74.
- [22] Garcia CV, Quek SY, Stevenson RJ, Winz RA. Characterisation of bound volatile compounds of a low flavor kiwifruit species: *Actinidia eriantha* [J]. *Food Chem*, 2012, 134(2): 655–661.
- [23] 陈丽. 美味猕猴桃采后果实风味物质变化的研究 [D]. 杭州: 浙江工商大学, 2018.
- [24] 张巧丽. 利用电子鼻和 GC-MS 研究采后猕猴桃果实挥发性物质变化规律与调控 [D]. 杭州: 浙江大学, 2015.
- [25] 安荣艳. 人工贵腐霞多丽葡萄酒的酿造及其品质分析 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2016.
- [26] Zhang CY, Zhang Q, Zhong CH, Guo MQ. Volatile fingerprints and biomarkers of three representative kiwifruit cultivars obtained by headspace solid-phase microextraction gas chromatography mass spectrometry and chemometrics [J]. *Food Chem*, 2019, 271: 211–215.
- [27] 涂正顺, 李华, 李嘉瑞, 李可昌, 卢家烂. 猕猴桃品种间果香成分的 GC/MS 分析 [J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2002, 30(2): 96–100.
Tu ZX, Li H, Li JR, Li KC, Lu JL. GC/MS analysis of fruit aroma components among kiwi varieties [J]. *Journal of Northwest Agricultural and Forestry University(Natural Science Edition)*, 2002, 30(2): 96–100.
- [28] 陶永胜, 刘吉彬, 兰圆圆, 陈超奇, 李爱华. 人工贵腐葡萄酒香气的仪器分析与感官评价 [J]. 农业机械学, 2016, 47(2): 270–279.
Tao YS, Liu JB, Lan YY, Chen CQ, Li AH. Instrumental analysis and sensory evaluation of artificial noble rot wine aroma [J]. *Journal of Agricultural Machinery*, 2016, 47(2): 270–279.
- [29] 刘延岭, 邓林, 隋明. 基于模糊综合评判法的猕猴桃酒感官评价的研究 [J]. 酿酒科技, 2018(12): 52–56.
Liu YL, Deng L, Sui M. Sensory evaluation of kiwi wine based on fuzzy comprehensive evaluation [J]. *Brewing Technology*, 2018(12): 52–56.
- [30] Taiti C, Marone E, Lanza M, Azzarello E, Masi E, et al. Nashi or Williams pear fruits? Use of volatile organic compounds, physicochemical parameters, and sensory evaluation to understand the consumer's preference [J]. *Eur Food Res Technol*, 2017, 243(11): 1917–1931.

(责任编辑: 周媛)