

Effects of Organic Fertilizers on Fruit Quality of Feicheng Peach

Yuxin Wang, Ling Li, Xiude Chen, Xiaohu Han, Lei Wang, Dongsheng Gao*

State Key Laboratory of Crop Biology College of Horticulture Science and Engineering, Shandong Agricultural University, Tai'an Shandong

Email: xueshilou1001@163.com

Received: May 29th, 2015; accepted: Jun. 17th, 2015; published: Jun. 24th, 2015

Copyright © 2015 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

[Objectives] Aiming at screening effective organic fertilizer on the fruit yield and quality of Feicheng Peach, this study discussed the correlation between frequently used organic fertilizers and the fruit yield and quality of Feicheng Peach, for FeiTao production providing reference basis for Feicheng Peach production. **[Methods]** This study chose red feicheng peach as experimental material. Four organic fertilizer treatments and three fertilizing amounts were set in this study. In harvest time, many indexes of fruit quality were tested. **[Results]** Compared with CK, organic fertilizers had increased fruit quality. This test did not find obvious correlation between fruit quality and weight of organic fertilizer. Single fruit weight of sea shell organic fertilizer treatment is 1.25 - 1.56 times of CK. Bean cake organic fertilizer treatment has increased by 13.56% - 39.27% on soluble sugar content and 25.44% - 8.38% on soluble sugar content than CK. It also increased the firmness at harvest time. Sugar-acid ratio of Sea weed organic fertilizer treatment was 102.88% - 32.30% higher than CK. It also has dramatic effect on decrease the organic acid content. Sea weed organic fertilizer treatment had 8 more types of aroma than CK. **[Conclusions]** Bean cake organic fertilizer had better influence on increase of fruit sweetness and decrease of firmness. Sea weed organic fertilizer had better influence on decrease of fruit acidity, increase of sugar-acid ratio and content and type of aroma. Basis of Feicheng Peach aroma was esters, lactones, aldehydes, alcohols, ethers, ketones, carboxylic acids and hydrocarbons. Esters formed the majority of Feicheng Peach aroma. When weight of organic fertilizer was 40 kg per tree, fruit quality performance is better. 40 kg per tree under this experimental condition could meet the demand of fruit tree production.

Keywords

Feicheng Peach, Organic Fertilizer, Sugar and Acid Components, Aroma

*通讯作者。

有机肥对肥桃果实品质的影响

王钰馨, 李 玲, 陈修德, 韩小虎, 王 雷, 高东升*

山东农业大学园艺科学与工程学院作物生物学国家重点实验室, 山东 泰安

Email: xueshilou1001@163.com

收稿日期: 2015年5月29日; 录用日期: 2015年6月17日; 发布日期: 2015年6月24日

摘 要

[目的]探讨生产中常用有机肥料与“红里肥桃”产量及品质等的相关性, 筛选对红里肥桃产量及品质更有效的有机肥。[方法]以红里肥桃为试材, 设4个有机肥和3个施肥量, 在果实成熟期测定各品质指标, 分析比较处理效果。[结果]有机肥对提高果实品质效果明显, 与施肥量不相关。贝壳有机肥果实单果重是对照的1.25~1.56倍; 豆饼有机肥果实可溶性糖总量较对照高13.56%~39.27%, 葡萄糖含量比对照高25.44%~8.38%; 海藻有机肥果实糖酸较比对照高102.88%~32.30%, 且降酸效果显著, 最高可降41.70%, 香气成分种类比对照多8种。[结论]豆饼有机肥在提高果实甜度和硬度方面作用明显; 海藻有机肥在降低果实酸度、提高果实糖酸比和果实香气效果较好。试验所选肥桃植株在40 kg/株的施肥量时果实品质的各项指标表现较佳, 本试验条件下40 kg/株即可满足生产需求。

关键词

肥桃, 有机肥, 糖酸组分, 香气

1. 引言

俗话说:“天上蟠桃, 人间肥桃”, 肥桃(*Prunus persica*(L.)Batsch cv. *Feicheng*), 因产于肥城, 故称肥桃, 是中国名优水果之一, 以其个大、味美、营养丰富在国内外享有盛名。肥桃在肥城地区种植广泛, 种植面积已达10万亩, 是肥城市农村经济发展的重要支柱。鲜食水果的大小、外观、口感、香气等都影响销售途径和销售价格, 随着生活质量的提高, 消费者对果实品质和风味的需求更高, 提高水果的品质极为重要。近年来, 由于栽培管理不当、品种退化等原因, 肥桃的果实品质下降, 香味变淡, 失去了其原有的卖点, 严重影响了果农的收益及肥桃的声誉。

我国传统农业生产中将有机肥作为重要肥料, 长期以来有机肥在肥料中占举足轻重的地位[1]。施用有机肥不仅可以改良土壤、提高土壤肥力, 提高产品产量和品质, 还能减少过量施用化肥对环境造成的危害, 提高肥料的利用率。前人研究表明, 叶面喷施海藻有机肥可以提高库尔勒香梨总糖含量[2], 沟施鸡粪有助于提升赞皇大枣树体抗病性, 提高果实产量及品质[3]。关于有机肥的研究, 前人大多侧重于土壤微环境的改良、树体生长[4][5]和成熟果实可溶性固形物含量等方面, 而有机肥对果实中可溶性糖、有机酸组分含量及香气成分含量影响的研究较少。本试验对比了不同有机肥类型和用量对红里肥桃果实品质各项指标的影响, 旨在探讨生产中较常用有机肥料与红里肥桃产量及品质等的相关性, 筛选对红里肥桃产量及品质更有效的有机肥, 为肥桃的生产提供可参考的依据。

2. 材料与方法

2.1. 供试材料

试验于 2012 年 10 月~2014 年 10 月年在肥城市新城办事处西尚里村肥桃研究所试验基地(36°18'N, 116°74'E)进行, 果园土壤为砂壤质风积黄壤土, 保水透气性良好, 碱解氮、速效磷、速效钾的含量分别为 43.50 mg·kg⁻¹、35.62 mg·kg⁻¹、289.91 mg·kg⁻¹, 有机质含量为 23.72 g·kg⁻¹。供试材料为 15 年生“红里肥桃”, 砧木为毛桃, 树势健壮, 结果正常, 果树栽植密度为 4 m × 5 m。

2.2. 试验设计

本试验设有 4 个肥料类型, 3 个施肥量(表 1)。试验处理为 4 个肥料类型 × 3 个施肥量 = 12 个处理, 每个处理设 3 个重复。4 个肥料类型为海藻有机肥(HZ)、牛粪有机肥(NF)、豆饼有机肥(DB)和贝壳有机肥(BK) (表 2); 3 个施肥量为 20 kg/株, 40 kg/株和 80 kg/株(表 1)。4 种有机肥处理均南北行向, 栽培于同一果园, 管理方法一致。试验所设有机肥均于落叶后一次性施入。每梯度 4 个处理的 N、P、K 量相同以平衡有机肥带入土壤的氮、磷、钾量, 具体补施量见表 3。

9 月 8 日, 果实成熟时, 从树体不同方位随机取各处理果实 30 个, 作为待测样品, 每处理重复 3 次, 带回实验室进行各个指标的测定。

Table 1. Experimental treatment
表 1. 试验处理

	20	40	80
HZ	HZ20	HZ40	HZ80
BK	BK20	BK40	BK80
NF	NF20	NF40	NF80
DB	DB20	DB40	DB80

Table 2. Nutrient contents of different organic fertilizers
表 2. 不同有机肥的养分含量

肥料种类 Fertilizer type	有机质 Org. matter (g·kg ⁻¹)	全氮 Total N (g·kg ⁻¹)	全磷 Total P (g·kg ⁻¹)	全钾 Total K (g·kg ⁻¹)
海藻有机肥	36.62	21.39	19.01	6.07
牛粪有机肥	24.63	17.45	30.68	5.01
豆饼有机肥	32.37	16.20	23.95	18.99
贝壳有机肥	23.67	9.56	14.66	10.86

Table 3. Weight of N, P, K add to different organic fertilizer treatments
表 3. 不同有机肥处理补施 N、P、K 的量

g/tree	20			40			80		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
HZ	0	233.32	258.58	0	466.63	517.17	0	933.26	1034.34
NF	78.79	0	279.63	157.58	0	559.26	315.16	0	1118.52
DB	103.91	134.66	0	207.82	269.32	0	415.65	538.63	0
BK	236.68	320.33	162.72	473.36	640.66	325.44	946.71	1281.32	650.87

2.3. 测定项目及方法

果实硬度用 GY-1 型硬度计测定；可溶性固形物(TSS)采用手持糖量计测定。糖酸测定参照李芳芳等[6]的方法，香气萃取采取顶空固相微萃取(HS-SPME)法，参照陈美霞等[7]的方法。

2.4. 数据处理

试验数据采用 Microsoft Excel 2010 进行处理，SPSS 22 软件中的 Duncan 新复极差法进行差异显著性检验分析。

3. 结果与分析

3.1. 有机肥处理对肥桃果实单果重、可溶性固形物、果形指数和硬度的影响

由图 1 可以看出，四种有机肥处理均显著提高了肥桃果实的单果重，不同有机肥处理间差异显著，施肥量与单果重呈正相关。贝壳有机肥处理与对照间的差异最大，三个梯度的单果重分别是对照的 1.25 倍、1.43 倍和 1.56 倍。

有机肥处理果实中可溶性固形物的含量显著高于对照，较对照高 21.71%~3.94%。20 kg/株处理豆饼有机肥处理可溶性固形物含量显著低于其他三个处理；40 kg/株和 80 kg/株处理间可溶性固形物的含量差异不显著。海藻有机肥和贝壳有机肥处理可溶性固形物的含量与施肥量不存在显著相关性；牛粪有机肥处理随着施肥量的增加可溶性固形物有降低的趋势，豆饼有机肥处理随着施肥量的增加可溶性固形物含量增加(图 2)。

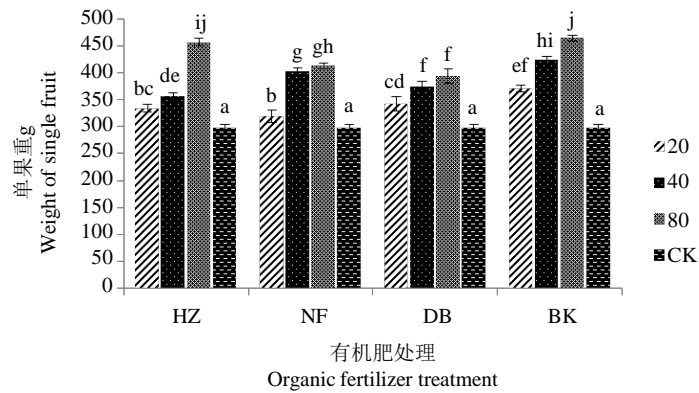
有机肥处理后肥桃的果形指数有降低的趋势，桃形由椭圆形向近圆形发展(0.8~0.9 为近圆形，0.9~1.0 为椭圆形)。80 kg/株处理海藻有机肥处理果形指数显著高于其他三个处理；40 kg/株和 80 kg/株处理间果形指数差异不显著。海藻有机肥处理随着施肥量的增加果形指数升高，其他三种有机肥果形指数与施肥量无显著相关性(图 3)。

由图 4 可以看出，与对照相比较，20 kg/株处理豆饼有机肥可以有效增加果实硬度，增幅为 32.45%，海藻有机肥和牛粪有机肥降低了果实硬度；40 kg/株和 80 kg/株处理对硬度均有不同程度的降低，降低程度不一致，在 13.91%~52.98%和 13.25%~54.97%之间。随着施肥量的增加，海藻有机肥果实硬度呈微升高趋势，牛粪有机肥处理果实硬度先升后降，豆饼有机肥处理和贝壳有机肥处理果实硬度先降后升。

3.2. 有机肥处理对肥桃果实糖酸组分的影响

由表 4 可以看出，各处理果实均检测到的 4 种可溶性糖中蔗糖的含量最高，占总含量的 75.42%~86.71%，其次为山梨醇，葡萄糖和果糖，增加有机肥施用量提高了总糖和蔗糖的含量。有机肥处理显著提高了果实中可溶性总糖和蔗糖的含量，豆饼有机肥的效果最明显，总糖含量较对照提高了 39.27%~13.56%；有机肥处理显著降低了果实山梨醇的含量，海藻有机肥处理山梨醇含量为对照的 69.39%~57.67%；有机肥处理对果实中葡萄糖和果糖的含量影响不一致，豆饼有机肥可提高果实中葡萄糖的含量，提高了 25.44%~8.38%，其它三种有机肥处理均降低了葡萄糖的含量，贝壳有机肥对果实中果糖含量增效明显，是对照的 1.55~1.21 倍，其它三种有机肥处理均降低了果实中果糖的含量。

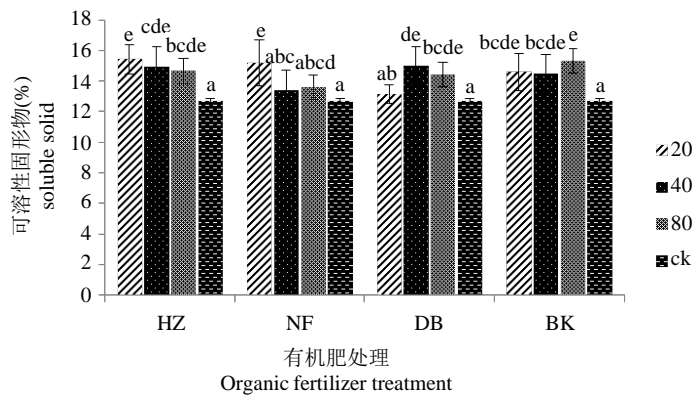
由表 5 可以看出，处理果实检测到 6 种有机酸，其中苹果酸、琥珀酸、乙酸的含量较高，柠檬酸、酒石酸、草酸的含量较低。有机肥处理对降低果实有机酸含量效果明显，海藻有机肥的效果最佳，降酸幅度与施肥量无显著相关性。有机肥处理的苹果酸、琥珀酸、草酸含量皆显著低于对照，施用有机肥显著提高了果实中乙酸的含量。海藻有机肥对降低果实中酒石酸含量效果明显；贝壳有机肥可以有效降低果实中柠檬酸的含量。



注：同列不同字母表示处理间差异达 5% 显著水平。Note: Different letters in a column mean significant at the 5% level.

Figure 1. Weight of single fruit in Feicheng peach fruits from different organic fertilizer treatments

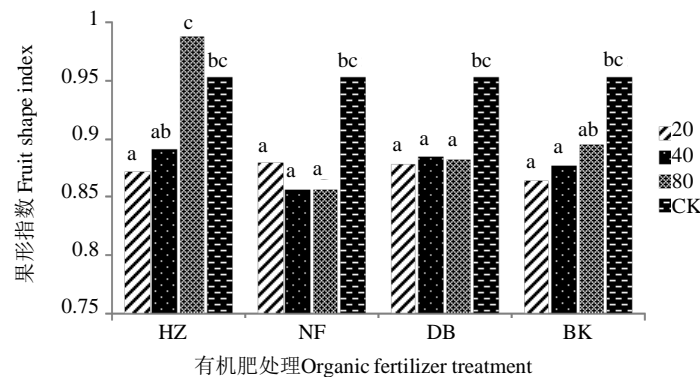
图 1. 不同有机肥处理肥桃果实单果重(g)



注：同列不同字母表示处理间差异达 5% 显著水平。Note: Different letters in a column mean significant at the 5% level.

Figure 2. Soluble solid in Feicheng peach fruits from different organic fertilizer treatments

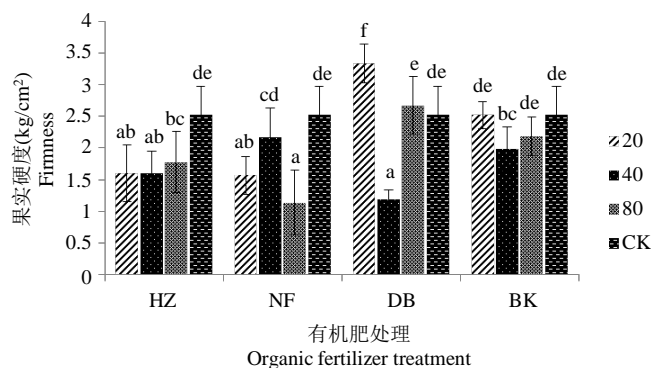
图 2. 不同有机肥处理肥桃果实可溶性固形物含量(%)



注：同列不同字母表示处理间差异达 5% 显著水平。Note: Different letters in a column mean significant at the 5% level.

Figure 3. Fruit shape index in Feicheng peach fruits from different organic fertilizer treatments

图 3. 不同有机肥处理肥桃果实果形指数



注：同列不同字母表示处理间差异达 5% 显著水平。Note: Different letters in a column mean significant at the 5% level.

Figure 4. Firmness in Feicheng peach fruits from different organic fertilizer

图 4. 不同有机肥处理肥桃果实硬度(kg/cm²)

Table 4. Contents of soluble sugars in Feicheng peach fruits from different organic fertilizer treatments

表 4. 不同有机肥处理肥桃果实可溶性糖含量 mg/g FW

处理	果糖	葡萄糖	山梨醇糖	蔗糖	总糖
Treatment	Fructose	Glucose	Sorbitol	Sucrose	Total sugar
HZ20	1.3893 d	3.0122bc	9.3401 c	77.9145cde	91.6561 cde
HZ40	0.8575 ab	5.3626 g	7.7624 b	90.2631 f	104.2456 g
HZ80	0.8295 a	2.5515 a	9.1601 c	78.5210 de	91.0621 cd
NF20	0.9027 abc	2.8784 abc	11.8566e	77.4942 bcde	93.1319 cdef
NF40	1.8597 ef	4.3567 de	11.7243e	80.0417 de	97.9824 efg
NF80	1.1969 bcd	2.6344 ab	13.0909fg	76.2100 bcd	93.1323 cdef
DB20	1.2272 cd	5.7677 h	10.2136 cd	74.4363 bcd	91.6448 cde
DB40	1.9904 ef	4.0270 d	9.5592 c	83.0164 e	98.5930 fg
DB80	1.3664 d	4.9835 fg	11.8691e	94.1765 f	112.3955 h
BK20	0.8970 abc	3.1478 c	12.0432ef	71.5913 b	87.6794 bc
BK40	2.7654 g	2.6200 ab	5.7125 a	72.3970 bc	83.4949 ab
BK80	2.1542 f	3.9935 d	11.0191de	80.0323 de	97.1990 def
CK	1.7811e	4.5981 ef	13.4608 g	60.8648 a	80.7048 a

注：同列不同字母表示处理间差异达 5% 显著水平。Note: Different letters in a column mean significant at the 5% level.

由图 5 可以看出，有机肥处理显著增加了收获期果实的糖酸比，海藻有机肥果实糖酸比的提高幅度最大，比对照果实高 102.88%~32.30%。

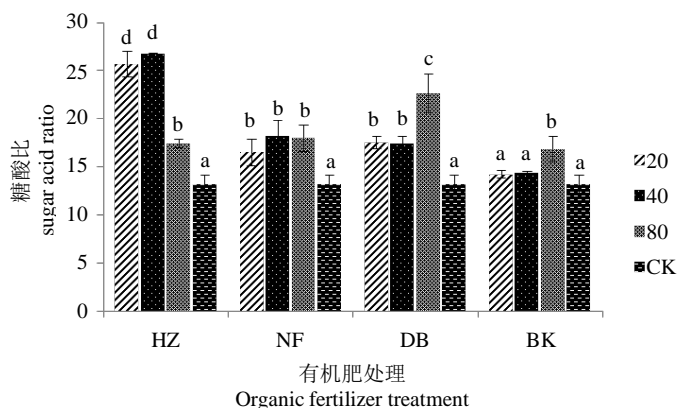
3.3. 有机肥处理对肥桃果实香气品质的影响

根据不同处理所得的总离子流色谱图(略)，经过计算机谱库检索，结合人工谱图解析及资料分析，各处理的肥桃成熟期果实中均检测出 8 类香气成分，分别是酯类、内酯类、醛类、酮类、醇类、羧酸类、醚类、烃类共 55 种。有机肥处理后，果实香气物质的种类较对照有所提高。酯类物质是有机肥处理后肥桃果实香气的主要成分，其次是内酯类、醇类、烃类和酮类，醛类、羧酸类和醚类的相对含量较低(表 6)。施用有机肥降低了果实中醇类物质的含量，对酯类和内酯类物质的含量有不同程度的提高。海藻有机肥果实中酯类和内酯类物质的含量在四种有机肥中含量较高，香气物质的总量高于其他各处理。

Table 5. Contents of organic acids in Feicheng peach fruits from different organic fertilizer treatments
表 5. 不同有机肥处理肥桃果实有机酸含量 mg/g FW

处理	草酸	酒石酸	苹果酸	乙酸	柠檬酸	琥珀酸	总酸
Treatment	Oxalic acid	Tartaric acid	Malic acid	Acetic acid	Citric acid	Succinic acid	Total acid
HZ20	0.1934bc	0.1480a	0.8109a	1.2095 bc	0.0709g	1.1473a	3.5800a
HZ40	0.0715a	0.2094 b	1.2590 cd	1.0236 ab	0.0734 g	1.2632 a	3.9001 a
HZ80	0.2399bc	0.2477 bcd	1.1049 bc	2.0991 efg	0.0243 cd	1.5141 b	5.2301 bc
NF20	0.5393f	0.5355 f	1.1729 bc	1.6893 d	0.0311 def	1.6993 bc	5.6674 cd
NF40	0.2493bc	0.2903 cde	1.0670 b	2.2785 g	0.0339 ef	1.4983 b	5.4173 bc
NF80	0.4389e	0.2257 bc	1.2695 cd	2.0365 ef	0.0207 bc	1.2137 a	5.2050 bc
DB20	0.3643 d	0.2523 bcd	1.4592 e	1.6044 d	0.0301 de	1.5234 b	5.2337 bc
DB40	0.2936 c	0.3322 e	1.0934 bc	2.0269 ef	0.0068 a	1.9073 cd	5.6601 cd
DB80	0.2423 bc	0.3019 de	1.4166 de	1.3199 c	0.0234 bcd	1.6879 bc	4.9919 b
BK20	0.6641 g	0.2922 cde	1.2413 bc	1.9124 e	0.0222 bcd	2.0399 de	6.1720 d
BK40	0.2593 bc	0.2463 bcd	1.2460 c	2.2490 fg	0.0084 a	1.8211 cd	5.8301 cd
BK80	0.5306 f	0.2201 b	1.1765 bc	2.0662 efg	0.0145 ab	1.7992 c	5.8071 cd
CK	0.9357 h	0.3423 fe	1.7683 f	0.8532 a	0.0396 ef	2.2012 e	6.1403 d

注：同列不同字母表示处理间差异达 5% 显著水平。Note: Different letters in a column mean significant at the 5% level.



注：同列不同字母表示处理间差异达 5% 显著水平。Note: Different letters in a column mean significant at the 5% level.

Figure 5. Sugar acid ratio in Feicheng peach fruits from different organic fertilizer

图 5. 不同有机肥处理肥桃果实糖酸比

4. 讨论

4.1. 有机肥对肥桃果实单果重、可溶性固形物、果形指数和硬度的影响

施用有机肥可以显著的改善土壤环境，有利于作物高产稳产[8] [9]。关于有机肥增产的原理，当前研究普遍认为是有机肥中含有丰富的腐殖质和微量元素，能够调节土壤 PH，改良土壤微环境，进而增加了土壤中微生物数量、多样性及活性，提高土壤中微生物量碳、氮含量，提升了土壤的营养元素的利用效率[10] [11]。本试验选用的四种有机肥均显著提高了收获期果实的单果重，有利于果园的增产增收。豆饼有机肥能显著提高其收获期果实硬度，利于肥桃的远距离储运。

Table 6. Variety and content of aroma components in Feicheng peach fruits under different organic fertilizer treatments (%)
表 6. 不同有机肥处理肥桃果实中香气物质的种类和含量(%)

香气成分 constituents	相对含量 Relative Content %												
	海藻 Sea weed			牛粪 Cow dung			豆饼 Bean cake			贝壳 Sea shell			CK
	20	40	80	20	40	80	20	40	80	20	40	80	
酯类 Esters	58.38 (12)	74.47 (10)	66.40 (19)	54.11 (5)	70.78 (8)	68.92 (17)	76.74 (5)	57.96 (6)	73.55 (6)	74.45 (5)	73.78 (9)	69.74 (8)	73.17 (5)
内酯类 Lactones	1.82 (2)	5.94 (4)	2.62 (2)	3.8 (3)	4.22 (3)	3.84 (3)	2.78 (1)	1.2 (1)	3.81 (2)	3.68 (2)	4.38 (2)	4.44 (3)	5.01 (3)
醛类 Aldehydes	-	-	-	-	0.67 (1)	0.12 (1)	0.13 (1)	0.76 (1)	-	-	-	0.37 (1)	0.13 (1)
醇类 Alcohols	5.35 (3)	3.41 (5)	5.32 (6)	3.57 (3)	5.23 (5)	4.19 (6)	3.47 (6)	4.28 (3)	4.8 (4)	3.37 (4)	3.49 (5)	6.46 (6)	5.96 (5)
醚类 Ethers	4.72 (1)	2.28 (1)	2.8 (1)	3.49 (1)	2.14 (1)	4.41 (1)	0.6 (1)	3.41 (1)	0.28 (1)	1.87 (1)	0.45 (1)	-	-
酮类 Ketones	13.28 (3)	4.1 (3)	9.15 (3)	24.14 (3)	7.97 (3)	5.92 (2)	8.72 (2)	18.32 (2)	7.47 (2)	8.88 (2)	5.6 (3)	7.58 (2)	7.5 (2)
羧酸类 Carboxylic acids	-	-	-	-	-	-	0.52 (1)	2.47 (1)	-	-	1.33 (1)	-	-
烃类 Hydrocarbones	8.36 (9)	2.83 (3)	8.86 (7)	2.14 (2)	4.53 (5)	7.2 (7)	0.77 (3)	1.39 (3)	2.33 (5)	1.65 (3)	6.76 (7)	1.12 (3)	5.02 (5)
总 total	91.91 (30)	91.54 (26)	95.14 (38)	91.25 (17)	95.44 (26)	94.60 (37)	93.73 (20)	89.79 (18)	92.24 (20)	93.90 (17)	95.79 (28)	89.71 (23)	96.79 (21)

注(Note): “-”表示未检测到。“-”Stands for not detected.

4.2. 有机肥对肥桃果实糖酸组分的影响

果实的口感主要取决于其内在的品质,即可溶性糖和有机酸的含量,研究表明,有机肥可以提高果实中可溶性固形物的含量,降低有机酸的含量[12],改善果实风味。本试验所选4种有机肥显著提高了肥桃果实中可溶性糖的总量,降低了果实中有机酸的含量,对提高果实糖酸比效果明显,与前人的研究结果相符。

桃果实中所含的可溶性糖主要是蔗糖、葡萄糖、果糖和山梨醇[13],每种糖的含量与果实的甜度和风味等密切联系。蔗糖、葡萄糖、果糖3种糖就甜度而言,蔗糖的阈值最低,果糖的甜度最高,葡萄糖口感最好[14]。沈志军[15]研究发现,桃为典型的蔗糖积累型果实,蔗糖可能是控制桃果实甜风味的重要因素。本试验所选4种有机肥均能有效提高果实可溶性糖和蔗糖的含量,对改善果实甜风味效果明显。豆饼有机肥不仅能大幅提高可溶性糖和蔗糖的含量,还可以增加果实中葡萄糖的含量,在改善肥桃甜度方面优于其它3种有机肥。

桃果实中所含的有机酸主要是苹果酸、柠檬酸、和奎尼酸[13],本试验又检测到草酸、琥珀酸,酒石酸和乙酸4种有机酸,这可能与检测仪器及检测方法有关。有机酸的种类与含量也是影响果实风味品质的重要因素,根据果实内有机酸的组成和含量,可以将果实可分为苹果酸型、柠檬酸型、酒石酸型。桃为苹果酸型果实[16],苹果酸具有明显的呈味作用,酸味强,保留时间长[17],与果实酸度具有显著相关性[18]。本试验所选4种有机肥均能有效降低收获期果实有机酸和苹果酸的含量,对改善果实酸风味效果明显。海藻有机肥能有效降低果实中有机酸总量,并且对苹果酸的含量也有显著的削减作用,在改善肥桃酸度方面优于其它3种有机肥。

4.3. 有机肥对肥桃果实香气品质的影响

糖和酸可以决定果实品质的基本感官,香气物质赋予果实特征风味。伴随着果实的发育成熟,果实散发出的香气物质由清香型和醛香型转变为果香型,果香型化合物的富集标志着果实的成熟[19]。魏好程等研究表明桃果实中主要的挥发性芳香物质包括醛类、酮类、醇类、酯类、内酯类、烃类等[20][21],酯类和内酯类物质是桃果实的主要呈香物质[22],人们所能感知到桃子的芬芳味主要来自酯类[23],内酯类物质则赋予果实“桃味”(peach-like aroma)特征,对桃果实的风味构成具有举足轻重的作用[24]。张晓萌研究发现水蜜桃的醇类含量随果实的成熟而降低[25]。

果实香气不仅受遗传因素的影响,还与栽培技术有关,王孝娣等研究发现有机栽培可以提高红富士苹果香气成分的含量[26],有机肥料的施入对提高烤烟中性香气成分效果明显[27],生长期施用有机肥的鸭梨其香气物质的种类和含量比施用复合肥的增加[28],因此,施用有机肥是提高果实香气的有效途径。伟杰华[29]研究发现,氮素有助于肥桃醇类物质的积累,磷素对肥桃内酯类化合物,钾素可提高肥桃果实醛类、酮类和羧酸类化合物的含量。

本试验研究发现,肥桃中检测到的挥发性香气成分主要是酯类、内酯类、醇类、醛类、醚类、羧酸类和烃类,与前人的研究相符,四种有机肥均提高了果实中酯类和内酯类物质的含量,降低了醇类物质的含量,促进了果实香气由清香型向果香型转变。随着施肥量的增加酯类和内酯类物质的含量有先增加再降低的趋势,可能是随着施肥量的增加,有机肥中某些物质的富集抑制了香气物质的积累,具体的作用机理有待进一步探讨。

海藻有机肥处理后肥桃香气种类显著高于其他三种有机肥处理,认为海藻有机肥更有助于恢复肥桃浓郁的香气。海藻有机肥的主要材料是海藻,源于大海,由于其生长环境特殊,营养成分与陆地植物存在差异,蕴含着陆地植物无法比拟的矿质元素、腐殖质和维生素等,对某些挥发性物质的合成通路可能存在一定的促进作用。

5. 结论

施用有机肥有助于提高肥桃果实品质和产量。本试验条件下, 豆饼有机肥在提高果实甜度和硬度方面作用优于海藻有机肥、牛粪有机肥和贝壳有机肥; 海藻有机肥在降低果实酸度、提高果实糖酸比和提高果实香气种类及含量方面的作用优于牛粪有机肥、豆饼有机肥和贝壳有机肥。试验所选肥桃植株在 40 kg/株的施肥量时果实品质的各项指标表现较佳, 认为 40 kg/株即可满足果树生产需求。

肥桃香气成分主要包括酯类、内酯类、醇类、醛类、酮类、羧酸类、烃类化合物, 酯类物质的含量是最高的。在成熟肥桃中含量较多的乙酸甲酯、乙酸乙酯、乙酸叶醇酯、乙酸己酯、反式-2-己烯乙酸酯、 γ -己内酯、 γ -癸内酯、 δ -癸内酯、乙醇、顺-2-己烯-1-醇、3,7,11-三甲基-1,6,10-十二烷三烯-3-醇、BETA-二氢紫罗兰酮、二甲醚、(5E)-3,3-二甲基-1,5-庚二烯、2,6,10-三甲基-十二烷等化合物。

参考文献 (References)

- [1] 郑少玲, 陈琼贤, 梅凤娴, 等 (2007) 生物有机肥对芥蓝生长及土壤中氮、磷、钾含量的影响. *华南农业大学学报*, **3**, 15-19.
- [2] 王岩, 谭博, 马兵钢, 等 (2010) 生物有机肥对库尔勒香梨果实品质和净光合速率的影响. *新疆农业科学*, **6**, 1107-1111.
- [3] 郑丽锦, 王东晨, 曹彦卫, 等 (2010) 有机肥对赞皇大枣生长和产量的影响. *河北果树*, **2**, 6-7.
- [4] 张云伟, 徐智, 汤利, 等 (2013) 不同有机肥对烤烟根际土壤微生物的影响. *应用生态学报*, **9**, 2551-2556.
- [5] 仝少伟, 时连辉, 刘登民, 等 (2013) 啤酒污泥堆肥不同施用方式对苹果苗生长和生理特性的影响. *中国农业科学*, **18**, 3842-3849.
- [6] 李芳芳, 张虎平, 何子顺, 等 (2014) 套袋对“库尔勒香梨”果实糖酸组分与香气成分的影响. *园艺学报*, **7**, 1443-1450.
- [7] 陈美霞 (2005) 杏果实风味物质的组成及其遗传特性的研究. 山东农业大学, 泰安.
- [8] 叶胜兰, 徐福利, 王渭玲, 等 (2013) 不同有机肥对黄土丘陵区梨枣生长、光合特性及果实品质的影响. *植物营养与肥料学报*, **2**, 370-378.
- [9] 王艳群, 张笑归, 薛世川, 等 (2008) 风化煤与微肥配施对苘蒿生物量及品质的影响. *中国农学通报*, **1**, 293-296.
- [10] Marinari, S., Masciandaro, G., Ceccanti, B., et al. (2007) Evolution of soil organic matter changes using pyrolysis and metabolic indices: A comparison between organic and mineral fertilization. *Bioresource Technology*, **98**, 2495-2502.
- [11] 姬兴杰, 杨颖颖, 熊淑萍, 李春明, 马新明, 刘晓迎 (2008) 不同肥料对土壤微生物数量及全氮时空变化的影响. *中国生态农业学报*, **3**, 576-582.
- [12] 王宏伟, 张连忠, 路克国 (2009) 有机肥对红富士苹果生长及品质的影响. *安徽农业科学*, **28**, 13572-13573.
- [13] 牛景, 赵剑波, 吴本宏, 李绍华, 刘国杰, 姜全 (2006) 不同来源桃种果实糖酸组分含量特点的研究. *园艺学报*, **1**, 6-11.
- [14] Pangborn, R. (1963) Relative taste intensities of selected sugars and organic acids. *Journal of Food Science*, **28**, 726-733.
- [15] 沈志军, 马瑞娟, 俞明亮, 蔡志翔, 宋宏峰, 李晓 (2007) 桃果实发育过程中主要糖及有机酸含量的变化分析. *华北农学报*, **6**, 130-135.
- [16] 郭雪峰, 李绍华, 刘国杰, 付占方, 李松涛 (2004) 桃果实和叶片中糖分的季节变化及其与碳代谢酶活性的研究关系. *果树学报*, **3**, 196-200.
- [17] 孙德权, 陆新华, 梁菁燕, 胡玉林, 谢江辉 (2012) 不同黄皮品种果实品质和糖酸组分分析. *热带作物学报*, **8**, 1418-1421.
- [18] Lopez, G., Behboudian, M.H., Echeverria, G., Girona, J. and Marsal, J. (2011) Instrumental and sensory evaluation of fruit quality for “Ryan’s sun” peach grown under deficit irrigation. *HortTechnology*, **21**, 712-719.
- [19] 张怀予 (2008) 采后有机酸处理对“白凤”桃果实贮藏期间挥发性风味物质和品质的影响. 硕士论文, 甘肃农业大学, 兰州.
- [20] 魏好程, 王贵禧, 梁丽松, 仇厚援 (2007) HS-SPME 在桃果实挥发性芳香物质分析中应用研究. *食品科学*, **7**,

347-351.

- [21] 张梅, 高东升 (2007) 设施栽培条件下桃和油桃果肉香气成分的差异. *落叶果树*, **4**, 3-4.
- [22] Zhang, B., Shen, J.Y., Wei, W.W., Xi, W.-P., Xu, C.-J., Ferguson, I. and Chen, K.S. (2010) Expression of genes associated with aroma formation derived from the fatty acid pathway during peach fruit ripening. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **58**, 6157-6165.
- [23] 宋丽娟, 李雄伟, 陈琳, 柴明良, 高中山 (2008) 果实香气合成与遗传控制研究概述. *果树学报*, **5**, 708-713.
- [24] Czerny, M., Christlbauer, M., Christlbauer, M., Fischer, A., Granvogl, M., Hammer, M., et al. (2008) Re-investigation on odour thresholds of key food aroma compounds and development of an aroma language based on odour qualities of defined aqueous odorant solutions. *European Food Research and Technology*, **2**, 265-273.
- [25] 张晓萌 (2005) 桃果实成熟过程中香气成分形成及其生理机制研究. 硕士论文, 浙江大学, 杭州.
- [26] 化党领, 杨秋云, 王镇, 杨红柯, 刘世亮, 马要好, 介晓磊 (2011) 施用生物有机肥对烤烟生长及香气物质含量的影响. *中国烟草学报*, **1**, 62-66.
- [27] 王孝娣, 史大川, 宋焯, 翟衡 (2005) 有机栽培红富士苹果芳香成分的 GC-MS 分析. *园艺学报*, **6**, 27-31.
- [28] 魏树伟, 张勇, 王树伟, 王海波, 高华君, 王少敏 (2012) 施有机肥及套袋对鸭梨果实风味品质的影响. *植物营养与肥料学报*, **5**, 1269-1276.
- [29] 伟杰华 (2008) 肥桃香气组成及其影响因素研究. 硕士论文, 山东农业大学, 泰安.