植物营养与肥料学报 2012,18(5):1269-1276
Plant Nutrition and Fertilizer Science

施有机肥及套袋对鸭梨果实风味品质的影响

魏树伟,张 勇,王宏伟,王海波,高华君,王少敏*
(山东省果树研究所,山东泰安 271000)

摘要: 为探讨施有机肥和套袋对鸭梨果实风味品质的影响,采用气相色谱-质谱联用技术(GC-MS)及高效液相色谱技术(HPLC),研究了生长期施有机肥和套袋对鸭梨果实挥发性成分、糖类和有机酸组分等风味物质的组成和含量的影响。结果表明,供试鸭梨共检测到挥发性物质3类30种,其中酯类26种、烯类3种、醇类1种。施有机肥和套袋改变了鸭梨果实的特征香气成分的种类和含量。施用有机肥使套袋和不套袋鸭梨香气物质种类分别增加8种和6种,香气物质总量分别增加182.89%和127.16%。套袋使施有机肥和复合肥鸭梨的香气物质种类分别减少了8种和10种,香气物质总量分别减少66.32%和72.98%。不同处理鸭梨共检测到4种糖、7种有机酸组分,其中糖组分主要为果糖,其次为蔗糖、山梨醇、葡萄糖;有机酸组分主要为苹果酸,其次为乙酸、柠檬酸、莽草酸、奎宁酸、酒石酸、琥珀酸。施用有机肥使鸭梨糖总量和酸总量升高,套袋使鸭梨糖总量和有机酸总量降低。施有机肥使鸭梨果实香气物质种类和含量增加,糖类和有机酸含量升高,而套袋使鸭梨果实香气物质种类和含量减少,糖类和有机酸含量降低。

关键词: 鸭梨;有机肥;套袋;风味品质
中图分类号: S661.2　　**文献标识码:** A　　**文章编号:** 1008-505X(2012)05-1269-08

Effect of organic fertilizer and bagging on fruit flavor quality of Yali pear

WEI Shu-wei, ZHANG Yong, WANG Hong-wei, WANG Hai-bo, GAO Hua-jun, WANG Shao-min*
(*Shandong Institute of Pomology, Tai'an, Shandong 271000, China*)

Abstract: An experiment was performed to investigate the effect of organic fertilizer and bagging on fruit flavor quality of Yali Pear. The effect of organic fertilizer and bagging on the ingredients and contents of volatile compound, sugar and organic acid in Yali pear fruits were bagged and used organic fertilizer in growing were studied, using static headspace and gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) and high-performance liquid chromatography (HPLC). The thirty different ingredients of volatiles were detected in Yali pear fruit, including 26 esters, 3 alkenes and 1 alcohol. Organic fertilizer increased but bagging decreased the ingredients and the contents of volatiles in Yali pear fruit. In comparison with compound fertilizer, organic fertilizer increased 8 and 6 volatile ingredients of bagged and not bagged Yali pear fruit, respectively, and increased the contents of volatiles by 182.89% and 127.16% in bagged and unbagged Yali pear fruit, respectively. Bagging reduced 8 and 10 volatile ingredientsin organic fertilizer- and compound fertilizer-treated Yali pear fruit, respectively, and reduced the contents of volatiles by 66.32% and 72.96% in organic fertilizer-and compound fertilizer-treated Yali pear fruit, respectively. Four sugar ingredients with fructose being the dominating followed by sucrose, sorbitol and glucose and 7 organic acids with malic acid being the most aboudent followed by acetic, citric, shikimic acid, quinic acid, tartaric acid, succinic acid were detected in Yali pear fruit. Organic fertilizer increased but bagging decreased the contents of sugars and organic acids. Organic fertilizer increased but bagging decreased the ingredients and the

收稿日期: 2011-12-25　　**接受日期:** 2012-04-16
基金项目: 国家农业产业技术体系建设专项(CARS-29-31);国家科技支撑计划项目(2008BAD92B08-7-2)资助。
作者简介: 魏树伟(1981—),男,山东新泰人,硕士,研究实习员,主要从事梨栽培育种研究。E-mail: weisw2007@163.com
*通讯作者 E-mail: sdipwsm@163.com

contents of volatiles in Yali pear fruit. Organic fertilizer increased but bagging decreased the contents of sugars and organic acids in Yali pear fruit.

Key words: Yali pear; organic fertilizer; bagging; flavor quality

梨是重要的果树栽培树种之一,在世界果品市场中占有重要的地位。鸭梨是我国独有的优良品种,因其风味独特一直颇受消费者的喜爱。风味品质是果实品质的重要组成部分,果实中芳香物质、糖类和有机酸的组成及含量是决定其风味品质的重要因素。影响果实香气及风味成分的因素主要包括品种、气候条件、栽培管理措施、成熟度、采后贮藏方式、果实自身代谢等方面。国内外对梨果实风味品质的研究侧重于不同品种(西洋梨、日本砂梨、库尔勒香梨等)梨果实的主要香气成分分析[1-3]、不同成熟度及贮藏措施对梨果实香气物质的影响等[4-5]、不同糖类和有机酸组成与梨果实风味品质的关系[6]等方面。在有机肥与梨果实风味品质关系方面研究较少,但普遍认为增施有机肥能够改善果实品质。刘松忠[7]研究表明,不同有机肥均可提高黄金梨果实糖含量,降低有机酸含量,提升果实风味,改善果实品质,以堆肥+叶片喷施氨基酸肥或腐熟动物废弃料效果最好。高晓燕[8]研究表明,动物有机肥能明显提高黄金梨果实的品质。

目前鸭梨生产中,套袋措施的广泛应用,在改善果实外观方面效果显著,但也导致其风味品质的显著降低。徐继忠等研究了套袋对鸭梨果实挥发性物质成分的影响,认为鸭梨套袋后酯类物质种类减少,含量降低,但烷类和醇类含量增加[9]。王少敏等研究了套袋香水梨贮藏过程中芳香物质的变化,认为套袋导致香水梨香气物质种类减少,相对含量降低[10]。由于当前生产中化肥的大量及不合理施用,更进一步导致梨果实风味品质的降低。施有机肥对鸭梨风味品质的影响尚未见报道,本研究旨在明确施用有机肥和套袋对鸭梨果实风味品质的影响,为改善鸭梨风味品质,指导鸭梨生产提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验设计

鸭梨采自山东阳信梨园。果园土壤质地砂壤,其基本养分状况见表1。鸭梨20年生,砧木杜梨,株行距4 m×5 m,树势中庸,管理水平一般,每公顷产量为45000 kg左右。选择10株负载量、树相等相近的树进行试验,5株进行有机肥处理,5株施复合肥。所用有机肥是绿霞牌生物有机肥(有机质含量30%左右,速效氮、磷、钾总含量10%左右),复合肥为农大肥业生产(氮、磷、钾总含量40%,N:P:K=15:8:17)。有机肥和复合肥按照氮、磷、钾总含量一致的原则施入,施用方法均为沟施。有机肥施用量为16 kg/株,分3次施入,秋施8 kg/株,花前施2 kg/株,套袋前施6 kg/株。复合肥施用量4 kg/株,分3次施入,秋施2 kg/株,花前施0.5 kg/株,套袋前施1.5 kg/株。施有机肥和施复合肥处理各选择3株负载量、树相等相近的树,5月26日进行套袋处理,每株树套90个袋子(纸袋选用台果牌双层灰黑纸袋),预留部分果实不套袋,套袋和对照处理均选择树体外围、中上部、东南方向着生的果实。试验设3次重复(单株重复),2009年和2010年连续进行两年。试验树的其它管理措施与大田一致,9月26日采收,每个处理挑选成熟度适宜,无病虫、无机械损伤、具有该品种典型特征的果实采收,混匀,每处理选30个果实运回实验室,于采收后第3 d进行测定。

表1 试验梨园土壤基本养分状况

Table 1 The nutrient elements of the soil in the experimental orchard

土壤深度 Soil depth (cm)	pH	有机质 Org. matter (g/kg)	全氮 Total N (g/kg)	有效磷 Avail. P (mg/kg)	速效钾 Avail. K (mg/kg)	有效硼 Avail. B (mg/kg)	有效铁 Avail. Fe (mg/kg)	有效铜 Avail. Cu (mg/kg)	有效锌 Avail. Zn (mg/kg)
0—25	7.28	16.13	1.10	49	219	0.66	11.1	6.01	2.34
25—50	7.30	8.67	0.9	14	156	0.43	7.12	2.30	1.01

1.2　分析项目与方法

1.2.1 果实挥发性成分的提取与测定　参照田长平等[2]的方法,每份样品取 3 ～5 个果实,采用四分法去除果核心后,果肉迅速切成碎块(长、宽、高均 0.2 cm 左右)并混匀,准确称取 5g 样品放入样品瓶中,在 10 mL 样品瓶底部加入内标物 3-壬酮(0.4 mg/mL)10 μg,用聚四氟乙烯丁基合成橡胶隔片密封。果实挥发性成分的提取与测定分别利用 Perkin ElmerTurbo Matrix 40 Trap 顶空进样器和 Shimadzu GCMS-QP2010 气相色谱-质谱联用仪,采用静态顶空气相质谱色谱联用技术进行。挥发性成分的定性方法　未知化合物质谱图经计算机检索同时与 NIST05 质谱库相匹配,并结合人工图谱解析及资料分析,确认各种挥发性成分;定量方法　按峰面积归一化法求得各化合物相的质量百分含量,并选择 3-壬酮为内标进行精确定量。

通过计算 l g(香气值)确定特征香气成分,香气值=某种化合物含量/该化合物香气阈值[11-15],l g(香气值)>0 的成分为特征香气成分。

1.2.2 果实糖类和有机酸组分的提取与测定　提取方法[16]:准确称取 5 g 果肉,用 15 mL 80% 酒精研磨后,水浴(75℃)30 min,然后离心(4000 r/min)5 min,将上清液转至 25 mL 容量瓶中,余下的沉淀再加入 10 mL 80% 酒精继续水浴(75℃)30 min,离心(4000 r/min)5 min 后,转移上清液至上述 25 mL 容量瓶中并定容,将该提取液于 60℃条件下蒸干,残渣用 5 mL 重蒸水溶解,待测。测定采用高效液相色谱法,分析仪器为美国 510 型 Waters 高效液相色谱仪。用于糖组分分析的色谱柱为氨基柱 Kromasil 250 mm×4.6 mm,流动相为乙腈:水=80:20,流速为 1 mL/min,进样量为 15 μL,使用 RID 10-A 示差折光检测器。用于有机酸分析的色谱柱为 C18 Kromasil 250 mm×4.6 mm;流动相为 10 mmol/L 的磷酸二氢铵(磷酸调 pH 至 2.8):甲醇(97:3);流速 0.9 mL/min,进样量 10 μL,使用 Waters 2487 双波长紫外检测器,检测波长 214 nm。利用 N2000 色谱工作站(Ver.3.30)计算糖类和有机酸组分含量。

1.2.3 官能鉴评分析　成立 7 人的品评小组,评价各处理鸭梨果实香气和味感特征。

1.3　数据分析

试验数据采用 2009 和 2010 年两年数据,用 Excel 软件进行处理,采用 DPS 数据分析软件进行分析及差异显著性检验。

2　结果与分析

2.1　施有机肥和套袋对鸭梨香气成分的影响

由表 2 可以看出,试验鸭梨共检测到 3 类 30 种香气物质。其中施有机肥套袋鸭梨果实检测到香气成分 3 类 18 种,酯类 15 种、烯类 2 种、醇类 1 种;施复合肥套袋鸭梨香气成分有 2 类 10 种,其中酯类 9 种、烯类 1 种。施有机肥不套袋鸭梨检测到香气成分 3 类 26 种,其中酯类 23 种、烯类 2 种、醇类 1 种;施复合肥不套袋鸭梨检测到香气成分 2 类 20 种,其中酯类 17 种、烯类 3 种。套袋和不套袋情况下,施有机肥均使鸭梨香气物质种类增加;施用复合肥和有机肥情况下,套袋均使鸭梨香气物质种类减少。

根据试验峰面积计算,施有机肥使套袋鸭梨果实香气物质总量增加 182.89%,施有机肥使不套袋鸭梨果实香气物质总量增加 127.16%。套袋和不套袋情况下,生长期施用有机肥均使鸭梨香气物质含量显著增加($P<0.01$)。在同样施用有机肥的情况下,套袋使鸭梨果实香气物质总量减少 17.226 μg/g;在同样施用复合肥的情况下,套袋使鸭梨果实香气物质总量减少 8.341 μg/g。施用复合肥和有机肥情况下,套袋均使鸭梨香气物质含量显著降低($P<0.01$)。

根据已报道的嗅感阈值及试验检测到的香气值(表 2),可以确定不同处理鸭梨果实的特征香气成分。试验发现,施有机肥不套袋鸭梨共检测到 11 种特征香气成分,施有机肥套袋鸭梨共检测到 10 种特征香气成分;施复合肥不套袋鸭梨共检测到 9 种特征香气成分,施复合肥套袋鸭梨共检测到 4 种特征香气成分。

感官评价表明,施有机肥不套袋鸭梨果实具有最浓郁的鸭梨典型香气,而施复合肥套袋鸭梨果实香气最淡,其它处理果实香气介于两者之间。

2.2　施有机肥和套袋对鸭梨糖类和有机酸组分的影响

由鸭梨糖类和有机酸组分测定结果(表 3)可以看出,所有处理均检测到 4 种糖与 7 种有机酸组分;糖组分在不同处理中均表现出果糖含量最高,其次

表2 鸭梨果实香气成分及其含量

Table 2 Volatile ingredients and contents in Yali pear fruit

化合物名称 Volatiles	香气阈值 Odor threshold (ng/g)	有机肥处理 Organic fertilizer (μg/g)		复合肥处理 Compound fertilizer (μg/g)	
		不套袋 Non-bagged	套袋 Bagged	不套袋 Non-bagged	套袋 Bagged
酯类 Esters					
乙酸丁酯 Acetic acid butyl ester	66	0.162(0.39)	0.084(0.10)	0.12(0.26)	—
乙酸异丁酯 Acetic acid isobutyl ester	65	0.119(0.26)	0.083(0.11)	0.028(-0.37)	—
乙酸异戊酯 Isopentyl alcohol acetate	30	0.024(-0.09)	—	—	—
乙酸-1-乙基戊酯 1-Ethylpentyl acetate	0	1.059	—	—	—
乙酸己酯 Acetic acid hexyl ester	2	3.265(0.21)	4.068(0.31)	0.12(-1.22)	0.41(-0.69)
乙酸-4-己烯酯 4-Hexen-1-ol acetate	0	—	0.03	—	—
乙酸-2-己烯酯 2-Hexen-1-ol acetate	0	0.235	0.202	0.160	0.024
丙酸乙酯 Propanoic acid ethyl ester	10	0.720(1.86)	0.152(1.18)	0.69(1.84)	0.088(0.94)
2-甲基丙酸乙酯 Ethyl 2-methylpropanoate	13	0.323(1.40)	0.03(0.36)	0.137(1.02)	—
2-甲基丙烯酸乙酯 Ethyl 2-methylpropenoate	0	0.047	—	—	—
丁酸乙酯 Butanoic acid ethyl ester	1	8.204(3.91)	1.651(3.22)	4.48(3.65)	1.256(3.10)
丁酸甲酯 Butanoic acid methyl ester	76	0.044(-0.24)	—	—	—
(E)2-丁烯酸乙酯(E) Ethyl 2-butenoate	0	0.084	0.012	0.068	—
2-甲基丁酸乙酯 Ethyl 2-methylbutanoate	0.1	0.960(3.98)	0.133(3.12)	0.40(3.6)	0.099(2.99)
(E)2-甲基-2-丁烯酸乙酯 Ethyl tiglate	0	0.102	—	—	—
丁酸己酯 Butanoic acid hexyl ester	250	—	0.012(-1.3)	—	—
戊酸乙酯 Pentanoic acid ethyl ester	0	0.232	0.024	0.076	0.033
4-甲基戊酸乙酯 Ethyl 4-methyl valerate	0	0.015	—	0.025	—
己酸乙酯 Hexanoic acid ethyl ester	1	6.903(3.84)	1.137(3.06)	3.95(3.60)	0.93(2.97)
3-己烯酸乙酯 3-Hexenoic acid ethyl ester	0	0.130	—	0.074	—
2-己烯酸乙酯 2-Hexenoic acid ethyl ester	0	0.062	—	0.025	—
庚酸乙酯 Heptanoic acid ethyl ester	2.2	0.06(1.44)	—	0.031(1.15)	—
辛酸乙酯 Octanoic acid ethyl ester	92	0.8(0.94)	0.133(0.16)	0.307(3.34)	0.08(-0.06)
4-辛烯酸乙酯 4-Octenoic acid ethyl ether	0	0.013	—	—	—
2-辛烯酸乙酯 2-Octenoic acid ethyl ester	0	0.021	—	—	—
邻苯二甲酸乙酯 Diethyl phthalate	0	—	0.019	0.014	0.008
烯类 Alkenes					
苯乙烯 Styrene	0	—	—	0.096	—
柠檬烯 D-Limonene	10	0.016(0.20)	0.025(0.39)	0.019(0.28)	—
α-法尼烯 Alpha.-farnesene	0	2.321	0.825	0.588	0.16
醇类 Alcohols					
己醇 1-Hexanol	500	0.052(-0.98)	0.127(-0.60)	—	—
合计 Total		25.973	8.747	11.434	3.092

注(Note)：香气阈值参考 Aaby 等[15]，Echeverria 等[12]和 López 等[13] Odor thresholds according to Aaby *et al.*[15], Echeverría *et al.*[12] and López *et al*[13]. 括号中数值为香气值的常用对数值 The value in parenthesis refer to the common logarithm of odor value.

表 3　鸭梨果实糖类和有机酸组分及含量(mg/g)

Table 3　The ingredients and contents of sugar and organic acid in Yali pear

味感成分 Taste compounds	施有机肥 Organic Fertilizer		施复合肥 Compound fertilizer	
	不套袋 Non-bagged	套袋 Bagged	不套袋 Non-bagged	套袋 Bagged
果糖 Fructose	33.91 aA	31.07 cC	32.55 bB	25.24 dD
蔗糖 Sucrose	25.77 aA	20.57 cC	21.55 bB	19.88 dD
山梨醇 Sorbitol	22.36 aA	14.21 cC	18.98 bB	11.12 dD
葡萄糖 Glucose	16.28 aA	11.23 dD	15.65 bB	12.23 cC
苹果酸 Malic acid	6.43 aA	3.12 cC	4.4 bB	2.83 dD
乙酸 Acetic	1.74 aA	1.39 cC	1.61 bB	0.09 dD
柠檬酸 Citric	0.412 cC	0.508 aA	0.392 dD	0.458 bB
莽草酸 Shikimic acid	0.33 aA	0.234 bB	0.056 cC	0.057 cC
奎宁酸 Quinic acid	0.103 b	0.125 a	0.094 c	0.104 b
酒石酸 Tartaric acid	0.034 b	0.042 a	0.031 c	0.035 b
琥珀酸 Succinic acid	0.020 bc	0.025 a	0.019 c	0.021 b
糖总量 Total sugar	98.32 aA	77.08 cC	88.73 bB	68.47 dD
酸总量 Total acid	9.069 aA	5.444 cC	6.602 bB	3.595 dD
糖总量/苹果酸 Sugars/Malic acid	15.291 dD	24.705 aA	20.166 cC	24.194 bB
官能评价 Taste evaluation				
	甜酸 Sweet-sour	甜酸 Sweet-sour	甜酸 Sweet-sour	淡酸 Light sour

注(Note):同行数据后不同大、小写字母分别表示施肥处理间差异达 1% 和 5% 显著水平(Duncans 新复极差检验)Values followed by different capital and small letters in the same row indicate significant difference among fertilization treatments at the 1% and 5% levels, respectively (Duncan's multiple test).

是蔗糖、山梨醇、葡萄糖;有机酸组分均表现出苹果酸含量最高,其次为乙酸、柠檬酸、莽草酸、奎宁酸、酒石酸,琥珀酸含量最低。

套袋和不套袋情况下,施有机肥处理均使鸭梨果实味感成分升高;施复合肥和有机肥情况下,套袋均使鸭梨果实味感成分降低。施有机肥套袋和不套袋处理,鸭梨果实均以果糖含量最高,分别为 31.07 mg/g、33.91 mg/g,其次是蔗糖含量,分别为 20.57 mg/g、25.77 mg/g,葡萄糖含量最低,分别为 11.23 mg/g、16.28 mg/g。施复合肥套袋和不套袋处理,果实均以果糖含量最高,分别为 25.24 mg/g、32.55 mg/g,其次是蔗糖含量,分别为 19.88 mg/g、21.55 mg/g,施复合肥不套袋处理果实葡萄糖含量最低为 15.65 mg/g,施复合肥套袋处理果实山梨醇含量最低为 11.12 mg/g。

施有机肥套袋和不套袋处理,鸭梨果实均以苹果酸含量最高,分别为 3.12 mg/g、6.43 mg/g,其次是乙酸含量,分别为 1.39 mg/g、1.74 mg/g,再次是柠檬酸含量,分别为 0.508 mg/g、0.412 mg/g,琥珀酸含量最低,分别为 0.025 mg/g、0.020 mg/g。施复合肥套袋和不套袋处理,鸭梨果实均以苹果酸含量最高,分别为 2.83 mg/g、4.4 mg/g,琥珀酸含量最低,分别为 0.021 mg/g、0.019 mg/g。施复合肥不套袋处理,鸭梨果实有机酸含量第二位的是乙酸,含量为 1.61 mg/g,再次是柠檬酸,含量为 0.392 mg/g,而施复合肥套袋处理,鸭梨果实有机酸含量第二位的是柠檬酸,含量为 0.458 mg/g,再次为奎宁酸,含量为 0.104 mg/g。

3 讨论

3.1 鸭梨的香气成分和味感物质

Takeoka 等报道,下列香气成分是促成梨香气的重要因素:2-甲基-丁酸乙酯、己酸乙酯、丁酸乙酯、2-甲基-丙酸乙酯、乙酸己酯、庚酸乙酯、己醛、戊酸乙酯、丙酸乙酯[1]。陈计峦采用固相微萃取 GC-MS 方法从鸭梨中检测到 51 种香气成分,最重要的香气成分是己酸乙酯,相对百分含量为 26.14%,其次为丁酸乙酯(16.62%)、α-法尼烯(15.57%)、己醛(6.16%)、乙酸乙酯(3.68%)[5]。徐继忠等研究发现鸭梨挥发性成份中酯类含量最高,在酯类中,以丁酸乙酯、己酸乙酯为主[9]。刘向平等采用 SPME-GC 方法研究了不同采收期对鸭梨采后贮藏香气成分的影响,结果表明,鸭梨果实的主要香气成分为乙酸乙酯、己醛、己醇、丁酸乙酯、己酸乙酯等[4]。田长平等研究了商熟期鸭梨的香气成分,发现其含量最高的香气物质是醛类,其次为醇类[2]。综合前人研究结果表明,鸭梨商熟期香气成分以醇、醛为主,成熟期及采后贮藏期间香气成分以酯类为主。本试验采用固相微萃取法的改进方法[17]—带捕集肼的静态顶空和气相色谱-质谱联用(GC-MS)技术,从成熟鸭梨中检测到 30 种香气成分,主要成分是酯类,含量高的是乙酸己酯、丁酸乙酯、己酸乙酯、2-甲基丁酸乙酯等,本研究结果与前人研究结果接近,但本试验未检测出己醛、乙酸乙酯,推测可能与试验样品及试验方法有关。鸭梨成熟过程中香气成分的变化机制及其影响因素有待进一步研究。

味感物质(糖、酸等)和嗅感物质(香味物质)构成果实的风味物质或果实风味复合物(FFC),其组成及含量对果实内在品质有着重要影响。Chen 等[5]研究表明,鸭梨果实糖组分以果糖含量最高,葡萄糖次之,蔗糖含量最低。鸭梨中最重要的有机酸为苹果酸,其次为奎宁酸、莽草酸与柠檬酸,酒石酸与琥珀酸含量较少。本研究表明,鸭梨果实糖组分以果糖为主,其次为蔗糖和山梨醇,葡萄糖最低。鸭梨有机酸组分中含量最高的为苹果酸,酒石酸与琥珀酸含量较少,与 Chen 等[5]的研究结果一致。乙酸、柠檬酸、莽草酸、奎宁酸含量与 Chen 等[5]研究结果存在部分差异。刘松忠等[7]研究认为,施用有机肥提高了黄金梨果实总糖及果糖、葡萄糖含量,与本研究结果一致,但降低了总酸、酒石酸、苹果酸、柠檬酸含量,与本研究结果不一致。本研究结果与前人研究结果存在部分差异,分析其原因可能与试验条件及试验样品不同有关。

某种化合物对香气的贡献决定于其香气值,lg(香气值)大于 0,对果实香味起主要作用,是果实的特征香气成分[18]。我们根据已报道的嗅感阈值,推测出不同处理鸭梨果实的特征香气成分。不同处理果实特征香气成分种类数存在差异,其中施有机肥不套袋鸭梨为 11 种,施有机肥套袋鸭梨为 10 种,施复合肥不套袋鸭梨为 9 种,施复合肥套袋鸭梨为 4 种。本研究在不同处理鸭梨果实中均检测到特征香气成分:己酸乙酯、丁酸乙酯、2-甲基丁酸乙酯、丙酸乙酯,从这 4 种成分的嗅感看,均被描述为"果香的"(fruity)[10,13],推测它们为鸭梨提供了基本的香味特征。Bult 等研究表明,由于感官互作的存在,特征香气成分种类多的果实整体香味更为浓郁,果实嗅感官能评价表明,施有机肥不套袋鸭梨果实香气最为浓郁,施复合肥套袋鸭梨果实香气最淡[19]。这一测定结果与 Bult 等的研究结果基本一致,这可能与各自特征香气成分间的感官互作有关。

3.2 施有机肥及套袋对鸭梨风味物质的影响

前人研究表明[20],有机肥具有改善土壤结构,提高肥料利用率,增产稳产,提高果实品质的效果。本研究表明,施有机肥增加了鸭梨果实中糖类和有机酸等味感物质的含量,主要味感因子果糖、蔗糖、山梨醇、葡萄糖与苹果酸含量均高于施复合肥果实。分析其原因可能是有机肥中丰富的营养元素和具活性的生物酶提高了土壤有效养分和土壤肥力,有利于鸭梨树对营养元素的吸收、运输和利用,提高了鸭梨制造同化物的能力,导致施有机肥鸭梨果实具有更多的糖类和有机酸物质含量。果实糖、酸代谢是一个复杂的过程,受遗传、环境和栽培措施、果实糖类和有机酸的来源、关键酶活性、运输等因素共同影响。施有机肥对鸭梨味感物质合成的影响机理有待进一步研究。

本试验结果表明,鸭梨生长期施用有机肥其香气物质的种类比施用复合肥的增加,含量比施用复合肥的升高。套袋后由于遮光及袋内"微域"环境的改变使鸭梨果实香气物质含量降低,种类减少。这与前人在红富士苹果[21]和香水梨[10]上的研究结果一致。果实香气的形成是一个动态过程,大部分香气物质出现在果实发育后期,在这个时期果实的新陈代谢以分解为主。一般认为,挥发性物质的产生都是以营养物质为基础,在酶的直接或间接催化下进行合成的。果实香气合成的前体物质主要包

括[3]氨基酸、脂肪酸和亚油酸、亚麻酸、单糖和糖苷等。前体物质经过果实中酶的催化作用形成各种各样的挥发性物质。Bangerth[22]及 Wyllie[23]等研究认为前体物质供应是果实香气产生的限制因子。另外，以脂肪酸为前体的水果的风味形成需要四大酶系统[3]，即 LOX 系统、脂肪酸氢过氧化物裂解酶系统(HPL)、异构酶系统和氧化还原酶系统(ADH)的协同作用，而以单糖和糖苷为前体合成果实的嗅感成分也需要醇转酯酰酶[3]等的催化。本研究表明，有机肥显著增加而套袋显著降低鸭梨果实糖、酸含量，而糖、酸正是果实香气物质合成的前体之一(也可能改变了影响芳香物质合成的其他前体物质以及各种酶类的活性等)，因此影响了鸭梨果实香气成分和含量的改变，具体机理尚需进一步研究。

本研究中有机肥和复合肥的施用量，按照氮、磷、钾总含量一致的原则，有机肥和复合肥施用的时间相同。当然，肥料种类、使用时期和次数、使用量方面等发生变化，推测可能会对鸭梨果实风味品质的改善有不同程度的影响，如何使有机肥投入和鸭梨风味品质改善达到最佳的结合，有待进一步研究。

综上，套袋是当前生产优质鸭梨果品的重要措施，但显著降低果实糖类、有机酸和芳香物质含量，施有机肥增加糖、酸及各种芳香物质含量(这些正是构成果实风味的味感物质)，可见施有机肥有效减轻了套袋对鸭梨果实风味品质的降低，“有机肥＋套袋”是生产优质鸭梨果品的有效措施。

4　结论

试验鸭梨共检测到 3 类 30 种香气物质。施有机肥导致鸭梨香气物质种类增加，含量升高。套袋导致鸭梨香气物质种类减少，含量降低。套袋和施有机肥处理使鸭梨的特征香气成分种类和含量改变。试验鸭梨共检测到 4 种糖、7 种有机酸组分，其中糖组分主要为果糖，其次为蔗糖、山梨醇、葡萄糖，有机酸组分主要为苹果酸。施用有机肥使鸭梨的糖和酸总量显著升高，套袋使鸭梨的糖和酸总量显著降低。

参 考 文 献：

[1] Takeoka, Gary R, Buttery *et al*. Volatile constituents of Asian pear (*Pyrus serotin*) [J]. J. Agric. Food. Chem., 1992, 40: 1925-1929.

[2] 田长平，魏景利，刘晓静，等. 梨不同品种果实香气成分的 GC-MS 分析[J]. 果树学报，2009，26(3)：294-299.
Tian C P, Wei J L, Liu X J *et al*. GC-MS analysis of fruit aromatic components of pear cultivars originated from different species of *Pyrus*[J]. J. Fruit Sci. 2009, 26(3): 294-299.

[3] Hauryasu. Changes in the volatile composition of La France Pear during maturing[J]. J. Sci. Food Agric., 1990, 52: 421-429.

[4] 刘向平，寇晓虹，张平，等. 不同采收期对鸭梨采后贮藏香气成分的影响[J]. 食品科学，2010，31(10)：292-295.
Liu X P, Kou X H, Zhang P *et al*. Effect of harvesting time on volatile composition of Ya pears during postharvst storage [J]. Food Sci., 2010, 31(10): 292-295.

[5] Chen J L, Wang Z F, Wu J H *et al*. Changes in the volatile compounds and chemical and physical properties of Yali pear (*Pyrus bertschneideri* Reld) during storage [J]. Food Chem., 2006, 97: 248-255.

[6] 霍月青. 砂梨品种资源糖酸及石细胞含量特点的研究[D]. 武汉：华中农业大学博士学位论文，2007.
Huo Y Q. Study on characteristics of sugars, acids and stone cell indifferent sand pears from germplasmre sources[D]. Wuhan: PhD dissertation, Huazhong Agricultural University, 2007.

[7] 刘松忠，刘军，张强，等. 不同肥料种类对黄金梨果实内在品质及风味的影响[J]. 果树学报，2012，29(1)：6-10.
Liu S Z, Liu J, Zhang Q. Effect of manure types on sugars and acids content and flavor of pear[J]. J. Fruit Sci., 2012, 29(1): 6-10.

[8] 高晓燕，李天忠，李松涛，等. 有机肥对梨果实品质及土壤理化性状的效应[J]. 中国果树，2007，(5)：26-28.
Gao X Y, Li T Z, Li S T. Influences of different organic fertilizer on fruit quality and soil physical chemistry property [J]. China Fruits, 2007, (5): 26-28.

[9] 徐继忠，王颉，陈海江，等. 套袋对鸭梨果实内挥发性物质的影响(初报)[J]. 园艺学报，1998，25(4)：393-394.
Xu J Z, Wang J, Chen H J *et al*. Effect of bagging on the volatile constituents and contents of Yali pear [J]. Acta Hortic. Sin., 1998, 25(4): 393-394.

[10] 王少敏，陶吉寒，魏树伟，等. 套袋香水梨贮藏过程中芳香物质的变化研究[J]. 中国农学通报，2008，24(9)：324-328.
Wang S M, Tao J H, Wei S W *et al*. Effect of bagging on the content of aromatic substances of ‘Xiang shui’ pear in storage [J]. Chin. Agric. Sci. Bull., 2008, 24(9): 324-328.

[11] Echeverría G, Graell J, Lara I *et al*. Physicochemical measurements in ‘Mondial Gala’ apples stored at different atmospheres: Influence on consumer acceptability[J]. Postharv. Biol. Technol., 2008, 50: 135-144.

[12] Echeverría G, Fuentes T, Graell J *et al*. Aroma volatile compounds of ‘Fuji’ apples in relation to harvest date and cold storage technology: A comparison of two seasons[J]. Postharv. Biol. Technol., 2004, 32: 29-44.

[13] López M L, Villatoro C, Fuentes T *et al*. Volatile compounds, quality parameters and consumer acceptance of ‘Pink Lady’ apples stored in different conditions [J]. Postharv. Biol. Technol., 2007, 43: 55-66.

[14] Mehinagic E, Royer G, Symoneaux R *et al*. Characterization of odor-active volatiles in apples: influence of cultivar and maturity stage[J]. J. Agric. Food. Chem., 2006, 54: 2678-2687.

[15] Aaby K, Haffner K, Skrede G. Aroma quality of Gravenstein apples influenced by regular and controlled atmosphere storage [J]. Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie, 2002, 35: 254-259.

[16] 王海波, 李林光, 陈学森, 等. 中早熟苹果品种果实的风味物质和风味品质[J]. 中国农业科学, 2010, 43(11): 2300-2306.
Wang H B, Li L G, Chen X S *et al*. Flavor compounds and flavor quality of fruits of mid-season apple cultivars scientia[J]. Sci. Agric. Sin., 2010, 43(11): 2300-2306.

[17] 尹燕雷, 苑兆和, 冯立娟, 等. 不同栽培条件下凯特杏果实发育过程中香气成分的GC/MS分析[J]. 林业科学, 2010, 46(7): 92-99.
Yin Y L, Yuan Z H, Feng L J *et al*. GC/MS analysis of aromatic components in Katy apricot fruit in various developmental periods under different cultivation condition[J]. Sci. Silv. Sin., 2010, 46 (7): 92-99.

[18] Guadagni D G, Buttery R G, Harris J. Odour intensities of hop oil components[J]. J. Agric. Food. Chem., 1966, 17(3): 142-144.

[19] Bult J H F, Schifferstein H N J, Roozen J P *et al*. Sensory evaluation of character impact componentsin an apple model mixture[J]. Chem. Sen., 2002, 27: 485-494.

[20] 宇万太, 姜子绍, 马强, 等. 施用有机肥对土壤肥力的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2009, 15(5): 1057-1064.
Yu W T, Jiang Z S, Ma Q *et al*. Effects of application of manure on soil fertility[J]. Plant Nutr. Fert. Sci., 2009, 15(5): 1057-1064.

[21] 王孝娣, 史大川, 宋烨, 等. 有机栽培红富士苹果芳香成分的GC-MS分析[J]. 园艺学报, 2005, 32(6): 35-40.
Wang X D, Shi D C, Song Y *et al*. GC-M S analysis of fruit aroma components of organic 'Fuji' apple[J]. Acta Hortic. Sin., 2005, 32(6): 35-40.

[22] Bangerth F, Streif J, Song J *et al*. Investigations into the physiology of volatile aroma production of apple fruits[J]. Acta Hortic., 1998, 464: 189-200.

[23] Wyllie S G, Fellman J K. Formation of volatile branehed chain esters in bananas[J]. J. Agric. Food. Chem., 2000, 48: 3493-3494.