

套袋对薄皮甜瓜果实外观和风味品质的影响

宋廷宇, 陈赫楠, 吴春燕, 程 艳, 张晓明
(吉林农业大学园艺学院, 吉林 长春 130118)

摘要:以7种透光率不同的套袋材料对薄皮甜瓜果实进行套袋处理,研究套袋后果实成熟时薄皮甜瓜外观和风味品质的变化。结果表明:套袋明显改善了果实的外观品质;在不同处理的薄皮甜瓜果实中检测出120种化合物。这些化合物以酯类为主(76种),此外还包括醇类(20种)、醛类(4种)、烷烯类(10种)、酚类(4种)、酸类(4种)和醚类(2种)等。在所有处理中乙酸乙酯的含量均最高,相对含量达到57%以上,各处理之间与对照化合物的数量差别并不明显。每一个处理的化合物都分别与对照进行了比较,相同化合物的相对含量达到90%以上,相同化合物占有的比例较高。7个处理与对照共有的化合物为27种,并且共有化合物占总化合物的比例在94.02%~99.29%之间,说明几种处理的风味主要还是由共有的27种物质构成,以上分析表明,套袋处理对薄皮甜瓜的风味影响不大,可以在蔬菜的安全生产中应用。

关键词:套袋;薄皮甜瓜;果实外观和风味品质

Effects of Bagging on Fruit Appearance and Flavor Quality of Oriental Melon

SONG Tingyu, CHEN Henan, WU Chunyan, CHENG Yan, ZHANG Xiaoming
(College of Horticulture, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China)

Abstract: Unripe oriental melons were bagged with seven bagging materials with different light transmittances and the variations in fruit appearance and flavor quality of mature oriental melons were examined. The results showed that bagging greatly improved the fruit appearance and quality. A total of 120 compounds were detected in melons with different bagging treatments. These compounds were mainly esters (76) and also included alcohols (20), aldehyde (4), alkyl alkene (10), phenol (4), acid (4), ether (2), etc. In all the treatments, ethyl acetate was the most predominant compound, with a relative content of more than 57%. There was no significant difference in the number of compounds identified from control and other treatments. The relative content of the common compounds (27) shared by different bagging treatments, accounting for a large proportion (94.02% to 99.29%) of all identified compounds, was more than 90%, suggesting that the 27 compounds are the main flavor compounds in the melon. These results showed that bagging had little effects on the flavor quality of oriental melon and thus could be safely applied in the production of vegetables.

Key words: bagging; oriental melon; fruit appearance and flavor quality

DOI:10.7506/spkx1002-6630-201606048

中图分类号: S652.2

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630(2016)06-0267-05

引文格式:

宋廷宇, 陈赫楠, 吴春燕, 等. 套袋对薄皮甜瓜果实外观和风味品质的影响[J]. 食品科学, 2016, 37(6): 267-271.

DOI:10.7506/spkx1002-6630-201606048. <http://www.spkx.net.cn>

SONG Tingyu, CHEN Henan, WU Chunyan, et al. Effects of bagging on fruit appearance and flavor quality of oriental melon[J]. Food Science, 2016, 37(6): 267-271. (in Chinese with English abstract) DOI:10.7506/spkx1002-6630-201606048. <http://www.spkx.net.cn>

薄皮甜瓜富含多种营养物质,且口感甜脆,作为北方夏季消暑果蔬,越来越受到消费者的喜爱。但在生产中薄皮甜瓜易感病害,易产生畸形果,并且果面常着色不均、果斑和果锈等问题严重影响着薄皮甜瓜外观品

质。此外,在植株生长和果实膨大成熟过程中,生产者有时会喷洒农药为了防治病虫害,不可避免地会造成农药残留,影响食用安全。研究表明,果实套袋能提高果实营养品质、防治病虫害,且能够有效降低果实表面的

收稿日期: 2015-05-28

基金项目: 吉林省教育厅资助项目(吉教科合字[2014]第55号)

作者简介: 宋廷宇(1977—),男,副教授,博士,主要从事瓜类蔬菜栽培与育种研究。E-mail: tysong422@163.com

农药残留量^[1-8]，还可以通过影响果皮色泽来提高果实外观品质^[9-15]。目前，有许多学者对甜瓜套袋技术研究进行了探索^[16-17]，但对于套袋后薄皮甜瓜果实外观和风味品质的系统研究还未见报道。

本研究采用7种透光率不同的套袋材料对薄皮甜瓜进行套袋处理，并针对套袋后薄皮甜瓜成熟果实的外观和风味品质进行了探讨，以期对薄皮甜瓜果实的套袋研究和生产提供指导。

1 材料与amp;方法

1.1 材料

供试品种为薄皮甜瓜“绿魁”，套袋材料分别为硫酸纸袋、牛皮纸袋、白色塑料袋、红色塑料袋、蓝色塑料袋、绿色塑料袋及黑色塑料袋7种不同材质的袋，对7种套袋材料进行透光率测定，不同材料的规格和透光率见表1。

表1 7种袋的规格及透光率
Table 1 Size and transparency of seven kinds of bag

| 处理 | 规格(长×宽)/cm | 质量/g | 透光率/% |
|-------|------------|------|-------|
| 硫酸纸袋 | 26×18 | 4.00 | 36.00 |
| 牛皮纸袋 | 26×18 | 8.00 | 0.10 |
| 白色塑料袋 | 27×20 | 1.14 | 52.70 |
| 红色塑料袋 | 30×25 | 2.20 | 41.00 |
| 蓝色塑料袋 | 30×25 | 2.20 | 33.50 |
| 绿色塑料袋 | 30×25 | 2.20 | 34.00 |
| 黑色塑料袋 | 27×20 | 1.14 | 9.00 |

实验于2014年在吉林农业大学蔬菜实验基地进行，并于7月28日套袋(此时幼瓜鸡蛋大小，即将迅速开始膨大)，在8月27日果实采收期测定果实风味品质。

1.2 仪器与设备

Trace气相色谱-质谱联用仪、PEG-20M毛细管柱(30 m×0.25 mm, 0.25 μm)、75 μm CAR-PDMS萃取头美国Finnigan公司; CR-400型色差仪、722型分光光度仪日本柯尼卡-美能达公司。

1.3 方法

1.3.1 气相色谱-质谱检测

分析仪器采用PEG-20M毛细管柱(30 m×0.25 mm, 0.25 μm)，75 μm CAR-PDMS萃取头。

色谱条件: 载气He, 流速1 mL/min。起始温度35℃, 保持3 min, 以8℃/min的速率升至45℃, 再以6℃/min升至140℃, 最后以10℃/min升至230℃, 保持6 min。

质谱条件: 电子电离源, 离子源温度200℃, 电子能量70 eV, 接口温度250℃, 检测器电压350 V, 发射电流200 μA。

采用混合取样法, 将每个处理的3个薄皮甜瓜样品混匀后捣碎, 取5 g捣碎后的样品溶液置于15 mL顶空瓶中, 将老化后的75 μm CAR/PDMS萃取头插入样品瓶

顶空部分, 于45℃吸附40 min, 吸附后的萃取头取出后插入气相色谱-质谱联用仪的气相色谱进样口, 于250℃解吸3 min, 同时启动仪器采集数据。

用气相色谱-质谱联用仪分析鉴定薄皮甜瓜样品溶液, 得到总离子色谱图。经计算机Wiley、Mainlib等谱库检索, 按各峰的质谱裂片图与有关文献进行核对, 确定薄皮甜瓜风味物质的化学组成和含量。

1.3.2 指标测定

果实亮度的测定: 采用CR-400型色差仪测定; 叶绿素和类胡萝卜素含量的测定: 采用乙醇-丙酮混合液浸泡法^[18]; 类黄酮含量的测定: 用0.1%甲醇-盐酸液浸提24 h, 测定提取液在325、530、600 nm波长处的吸光度^[18]。

1.4 数据处理

用Excel 2003和SPSS 19.0对数据进行整理与分析。

2 结果与分析

2.1 套袋对薄皮甜瓜果皮光洁度及色泽的影响

表2 不同种袋对薄皮甜瓜果皮色泽及光洁度的影响

Table 2 Effects of different bagging treatments on peel color and finish of oriental melon

| 处理 | 外观品质 | | | |
|-------|------|-------|-------|-------|
| | 果皮颜色 | 果皮光亮度 | 果皮洁净度 | 皮色均匀度 |
| 硫酸纸袋 | 绿色 | 亮 | 洁净 | 均匀 |
| 牛皮纸袋 | 绿色 | 亮 | 洁净 | 均匀 |
| 白色塑料袋 | 绿色 | 亮 | 洁净 | 均匀 |
| 红色塑料袋 | 绿色 | 亮 | 洁净 | 均匀 |
| 蓝色塑料袋 | 绿色 | 亮 | 洁净 | 均匀 |
| 绿色塑料袋 | 绿色 | 亮 | 洁净 | 均匀 |
| 黑色塑料袋 | 绿色 | 亮 | 洁净 | 均匀 |
| 对照 | 绿色 | 较暗 | 脏 | 不均匀 |

由表2可以看出, 套7种材质袋的“绿魁”品种在果实成熟时果皮颜色均为绿色, 这与本品种的果实特点有关。但7种袋的果实果皮光亮度均为亮, 对照为较暗, 7种袋的果实果皮洁净度均为洁净, 对照较脏, 并且7种袋的果实皮色均匀度也较均匀。说明套袋保持原有品种特点的同时, 增加了薄皮甜瓜果皮光亮、洁净度和皮色均匀度, 有利于提高果实的商品外观品质。

表3 不同材质的袋对薄皮甜瓜果皮色素的影响

Table 3 Effects of different bagging treatments on pericarp pigments of oriental melon

| 处理 | 果皮色素含量 | | |
|-------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | 叶绿素/(mg/g) | 类胡萝卜素/(mg/g) | 类黄酮/(U/g) |
| 硫酸纸袋 | 8.90±0.24 ^{ab} | 2.93±0.32 ^{ab} | 1.25±0.25 ^{abAB} |
| 牛皮纸袋 | 4.05±0.44 ^F | 1.78±0.50 ^{cC} | 0.63±0.22 ^{cC} |
| 白色塑料袋 | 9.16±0.13 ^{aA} | 3.17±0.12 ^{aA} | 1.42±0.35 ^{aA} |
| 红色塑料袋 | 5.86±0.33 ^{cd} | 1.61±0.35 ^{cC} | 1.34±0.34 ^{abAB} |
| 蓝色塑料袋 | 5.87±0.26 ^{cd} | 1.65±0.35 ^{cC} | 1.40±0.43 ^{abAB} |
| 绿色塑料袋 | 8.22±0.39 ^c | 2.54±0.47 ^{hb} | 1.37±0.46 ^{abAB} |
| 黑色塑料袋 | 5.36±0.40 ^{eE} | 1.87±0.41 ^{cC} | 0.93±0.49 ^{hBC} |
| 对照 | 8.61±0.29 ^{cdB} | 2.81±0.31 ^{abAB} | 1.44±0.37 ^{abAB} |

注: 同列肩标不同小写字母表示差异显著($P<0.05$); 不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$)。

由表3可以看出,套白色塑料袋和硫酸纸袋果实的叶绿素含量最高,分别为9.16 mg/g和8.90 mg/g,且二者均高于对照果实,但与对照差异不显著,说明两个处理的果实颜色接近或更优于正常生产的果实颜色;而套黑色塑料袋和牛皮纸袋果实的叶绿素含量最低,分别为5.36 mg/g和4.05 mg/g,显著低于对照不套袋果实,说明这两个处理的果实颜色与本品种的果实颜色相差较多。此外,其他几个处理的果实颜色接近,但均低于对照果实的颜色。

由表3可以看出,套袋甜瓜果实的类胡萝卜素含量也是以套白色塑料袋和硫酸纸袋的果实类胡萝卜素含量最高,分别达3.17 mg/g和2.93 mg/g。而其他透光率较低的处理,果实的类胡萝卜素含量相对较低,但与各个材料的透光率没有明显的对应关系。

由表3还可以看出,不同套袋处理果实的类黄酮含量均低于对照,但以套白色塑料袋果实的类黄酮含量最高,为1.44 U/g;套牛皮纸袋果实果皮的类黄酮含量最低,为0.63 U/g,其他处理介于二者之间。

2.2 套袋对薄皮甜瓜果实风味物质影响

表4 不同套袋处理薄皮甜瓜风味物质及相对含量

Table 4 Flavor compounds and their relative contents in oriental melon with different bagging treatments

| 化合物 | 硫酸纸袋 | 牛皮纸袋 | 白色塑料袋 | 红色塑料袋 | 蓝色塑料袋 | 绿色塑料袋 | 黑色塑料袋 | 对照 |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 酯类 | | | | | | | | |
| 乙酸甲酯* | 0.948 | 1.237 | 1.155 | 1.348 | 1.272 | 1.772 | 0.714 | 0.963 |
| 乙酸乙酯* | 60.47 | 63.54 | 57.80 | 58.71 | 59.02 | 57.96 | 63.29 | 57.00 |
| 丙酸乙酯* | 0.664 | 0.693 | 0.953 | 0.640 | 0.732 | 0.288 | 0.798 | 0.509 |
| 异丁酸叔丁酯 | — | — | — | — | — | — | 0.223 | 0.149 |
| 乙酸丙酯* | 1.002 | 1.048 | 1.095 | 0.943 | 1.211 | 0.868 | 1.029 | 0.941 |
| 丁酸甲酯 | — | — | — | — | — | 0.052 | — | — |
| 乙酸异丁酯* | 0.873 | 1.094 | 1.382 | 1.178 | 1.406 | 1.268 | 1.858 | 1.117 |
| 丁酸乙酯* | 2.586 | 1.435 | 2.242 | 1.333 | 1.915 | 0.452 | 2.477 | 2.943 |
| 2-甲基乙酸丁酯 | 1.216 | — | 1.687 | — | — | — | 1.200 | — |
| 2-甲基丁酸乙酯 | 0.307 | 0.187 | 0.329 | 0.157 | 0.214 | — | 0.279 | 0.305 |
| 2-甲基丁基乙酸酯 | — | 0.820 | — | 1.705 | 1.957 | 1.096 | — | 0.930 |
| 异戊酸乙酯 | — | 0.037 | — | — | 0.028 | — | 0.031 | 0.049 |
| 乙酸丁酯* | 2.428 | 2.217 | 2.833 | 2.314 | 2.898 | 2.037 | 2.960 | 3.715 |
| 丙酸异丁酯 | — | — | — | 0.049 | — | — | — | — |
| 2-甲基-1-丙醇丙酸酯 | — | — | — | — | — | — | 0.063 | — |
| 戊酸乙酯* | 0.341 | 0.140 | 0.196 | 0.140 | 0.093 | 0.097 | 0.225 | 0.246 |
| 丙酸丁酯 | — | — | — | 0.049 | — | — | 0.035 | — |
| 2-甲基-1-丙醇丁酸酯 | — | — | 0.065 | — | — | 0.126 | 0.145 | — |
| 丁酸异丁酯 | — | — | — | 0.141 | 0.077 | — | — | 0.045 |
| 乙酸戊酯* | 0.361 | 0.377 | 0.548 | 0.711 | 0.331 | 0.615 | 0.665 | 0.565 |
| 己酸甲酯* | 0.071 | 0.068 | 0.086 | 0.128 | 0.074 | 0.211 | 0.080 | 0.082 |
| 4-戊烯基丁酸酯 | — | — | — | 0.054 | — | — | — | — |
| 2,2-二甲基丙酸乙酯 | — | 0.051 | — | — | — | — | — | — |
| 丁酸丁酯 | — | — | 0.055 | — | — | — | — | 0.082 |
| 1-甲基丙基丁酸酯 | — | — | — | 0.100 | 0.073 | — | 0.075 | — |
| 甲酸己酯 | 0.049 | — | — | — | — | — | — | — |
| 正己酸乙酯* | 1.528 | 0.563 | 1.180 | 0.865 | 0.836 | 0.182 | 1.050 | 1.884 |

续表4

| 化合物 | 硫酸纸袋 | 牛皮纸袋 | 白色塑料袋 | 红色塑料袋 | 蓝色塑料袋 | 绿色塑料袋 | 黑色塑料袋 | 对照 |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| 1,2-甲基-2-丙烯基乙酯 | 0.035 | — | — | — | — | — | — | — |
| 丁酸异戊酯 | — | — | — | — | — | 0.107 | — | — |
| 丁酸-2-甲基丁酯 | — | — | 0.093 | — | 0.071 | — | — | 0.055 |
| 2-甲基丙基丁酸酯 | — | — | — | 0.219 | — | — | 0.121 | — |
| 乙酸己酯* | 3.739 | 3.751 | 4.875 | 4.361 | 4.655 | 3.175 | 5.002 | 5.551 |
| 2-甲基丁酸-2-甲基丁酯 | — | — | — | — | — | — | 0.033 | — |
| 庚酸甲酯 | — | 0.058 | 0.062 | 0.062 | 0.073 | 0.158 | 0.052 | 0.049 |
| 乙酸顺式-3-己烯酯* | 0.244 | 0.296 | 0.341 | 0.940 | 0.380 | 0.994 | 0.264 | 0.788 |
| 庚酸乙酯* | 0.392 | 0.220 | 0.288 | 0.174 | 0.199 | 0.092 | 0.231 | 0.352 |
| 乙酸-4-己烯酯 | 0.104 | 0.044 | — | — | 0.053 | — | 0.039 | 0.058 |
| 己酸异丁酯 | — | — | — | 0.057 | — | — | 0.036 | — |
| 乙酸庚酯* | 0.419 | 0.661 | 0.573 | 0.650 | 0.349 | 0.670 | 0.540 | 0.488 |
| 1,1-乙二醇二乙酸酯 | — | 0.151 | — | — | 0.173 | — | — | — |
| 1-辛烯-3-醇乙酸酯* | 0.423 | 0.480 | 2.111 | 0.950 | 0.375 | 1.446 | 1.623 | 0.922 |
| 1,1'-氧代乙二醇二乙酸酯 | 0.476 | — | 0.264 | — | — | — | 0.070 | 0.248 |
| 辛酸甲酯 | 0.051 | 0.057 | 0.036 | — | 0.042 | 0.067 | 0.031 | 0.044 |
| 乙酸反式-3-庚烯酯 | — | 0.042 | 0.05 | 0.144 | — | 0.075 | — | — |
| 己酸丁酯 | — | — | 0.042 | — | — | — | — | 0.121 |
| 辛酸乙酯 | 0.161 | 0.074 | 0.086 | 0.045 | 0.055 | — | 0.062 | 0.126 |
| 乙酸乙酯(甲磺基) | 0.579 | 0.261 | 0.312 | 0.163 | 0.283 | — | 0.051 | 0.173 |
| 甲氧基乙酸戊酯 | — | — | 0.220 | — | 0.138 | — | 0.156 | — |
| 异戊酸异戊酯 | — | — | — | 0.059 | — | — | — | — |
| 己酸异戊酯 | — | — | — | 0.124 | — | — | — | — |
| 2-乙基己基乙酸酯* | 0.342 | 0.391 | 0.382 | 0.391 | 0.292 | 0.501 | 0.775 | 0.308 |
| MESO-2,3-二丁醇二乙酸酯 | 1.291 | 0.910 | 0.414 | 0.603 | 0.732 | — | 1.312 | 0.715 |
| 3-辛烯-1-醇乙酸酯 | 0.115 | 0.134 | — | 0.140 | 0.152 | — | 0.133 | 0.146 |
| 顺式-3-辛烯基乙酸酯 | — | — | 0.182 | — | — | 0.102 | — | — |
| 1,1-乙二醇二乙酸酯 | — | 0.033 | — | — | — | 0.080 | — | — |
| 2,3-二丁醇二乙酸酯 | 0.991 | — | — | — | — | 0.762 | 0.289 | — |
| 2-呋喃基甲醇乙酸酯 | — | — | — | 0.060 | — | 0.050 | — | — |
| 壬酸乙酯 | 0.057 | 0.078 | 0.071 | — | 0.058 | — | 0.074 | 0.090 |
| 乙酸乙烯酯 | — | — | — | 0.053 | — | — | — | — |
| 1,2-乙二醇二乙酸酯 | — | 0.059 | — | — | 0.084 | 0.071 | — | — |
| 甲酸辛酯 | 0.077 | 0.047 | — | — | — | 0.109 | — | — |
| 乙酸正壬酯* | 0.278 | 0.476 | 0.415 | 0.498 | 0.277 | 0.469 | 0.452 | 0.400 |
| 己酸己酯 | 0.060 | — | — | — | — | — | 0.038 | 0.085 |
| 丁酸-3-丁醇-2-酯 | 0.215 | 0.051 | 0.054 | — | 0.191 | — | 0.175 | 0.171 |
| 1,3-丁二醇二乙酸酯 | — | — | 0.047 | 0.134 | — | 0.126 | — | — |
| 3-(甲磺基)乙酸丙酯 | 0.722 | 1.048 | 1.486 | 0.792 | 1.090 | — | 0.707 | 0.619 |
| 癸酸乙酯 | 0.099 | — | — | — | — | — | — | 0.078 |
| 3,6-壬二烯-1-醇乙酸酯 | — | 0.139 | 0.214 | 0.361 | 0.071 | 0.402 | 0.117 | 0.102 |
| 3,6-壬二烯-1-醇乙酸酯 | — | — | 0.038 | 0.361 | — | 0.086 | — | — |
| 甲酸苄酯 | 0.086 | — | — | — | — | — | — | — |
| 乙酸苯甲酯* | 4.309 | 5.927 | 5.058 | 7.761 | 5.554 | 11.050 | 4.035 | 6.059 |
| 乙酸-4-乙基苯酚酯 | — | — | — | — | — | — | — | 0.039 |
| 苯乙酸乙酯 | — | — | — | — | — | — | 0.035 | — |
| 丙酸苄酯 | — | — | — | 0.050 | — | 0.053 | — | — |
| 乙酸苄酯* | 0.573 | 1.551 | 0.911 | 1.046 | 1.092 | 1.821 | 1.204 | 0.841 |
| 乙酸-3-苯基丙酯 | 0.240 | 0.088 | 0.089 | 0.089 | 0.128 | 0.067 | — | — |
| 醇类 | | | | | | | | |
| 乙醇* | 2.861 | 1.447 | 1.146 | 0.991 | 1.291 | 0.695 | 0.857 | 1.849 |
| 正己醇 | — | — | — | — | — | 0.053 | — | — |
| 3-庚烯-1-醇 | — | — | — | — | 0.048 | — | — | — |
| 二异丁烯基甲基卡必醇 | — | 0.035 | — | 0.051 | 0.033 | — | — | — |
| 2,4-二甲基-2,6-庚二烯-1-醇 | — | — | 0.103 | — | — | — | — | — |
| 7-辛烯-4-醇 | — | 0.237 | — | — | 0.215 | — | — | — |

续表4

| 化合物 | 硫酸纸袋 | 牛皮纸袋 | 白色塑料袋 | 红色塑料袋 | 蓝色塑料袋 | 绿色塑料袋 | 黑色塑料袋 | 对照 |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 2-甲基乙醇 | — | — | 0.043 | — | 0.029 | — | — | — |
| 1-辛醇 | — | — | — | 0.038 | — | — | 0.049 | — |
| 6-千烯-1-醇 | — | — | — | — | — | 0.368 | — | — |
| 二甲基硅二醇* | 0.217 | 0.260 | 0.258 | 0.348 | 0.258 | 0.533 | 0.338 | 0.302 |
| 1-壬醇* | 0.111 | 0.143 | 0.117 | 0.124 | 0.073 | 0.337 | 0.141 | 0.100 |
| 乙酸松油醇 | — | — | — | — | — | 0.149 | — | — |
| 1-辛烯-3-醇 | 0.279 | — | 0.222 | 0.222 | — | 1.233 | 0.669 | 0.298 |
| 3,6-壬二烯-1-醇 | — | — | — | — | — | 0.125 | — | — |
| 壬基甲醇 | — | — | — | — | — | 0.051 | — | — |
| 苯甲醇 | 0.150 | 0.087 | 0.079 | 0.058 | 0.052 | 0.137 | 0.058 | — |
| 苜醇 | — | — | — | — | — | — | — | 0.076 |
| 苯乙醇 | — | 0.045 | — | — | — | 0.051 | 0.034 | 0.055 |
| 芳樟醇 | — | — | — | — | — | — | — | 0.046 |
| 松油醇 | — | — | 0.090 | 0.085 | — | — | 0.126 | — |
| 醛类 | | | | | | | | |
| 乙醛* | 1.467 | 1.015 | 0.774 | 0.924 | 0.885 | 1.038 | 0.498 | 1.002 |
| 己醛 | — | — | — | — | — | 0.145 | — | — |
| 壬醛* | 0.136 | 0.097 | 0.084 | 0.114 | 0.063 | 0.235 | 0.119 | 0.100 |
| 苯甲醛 | — | — | — | 0.433 | — | — | — | — |
| 酸类 | | | | | | | | |
| 硫特戊酸 | — | — | — | 0.042 | — | — | — | — |
| L-乳酸 | 0.321 | — | — | — | — | — | — | — |
| 乙酸 | 0.413 | 0.154 | — | — | — | 0.112 | — | 0.660 |
| S-(3-羟丙基) 硫代乙酸* | 3.633 | 4.511 | 5.104 | 4.273 | 5.593 | 3.325 | 1.093 | 3.085 |
| 醚类 | | | | | | | | |
| 正丁醚 | — | — | — | — | — | 0.168 | — | — |
| 4-烯丙基苯甲醚 | 0.034 | — | — | — | 0.242 | — | — | 0.097 |
| 烃类 | | | | | | | | |
| 苯乙烯 | — | 0.091 | 0.140 | 0.159 | — | 0.184 | 0.139 | — |
| 苯丙环丁烯 | 0.069 | — | — | — | 0.080 | — | — | 0.212 |
| α -法尼烯 | — | — | — | 0.077 | — | — | — | — |
| 十四烷 | — | — | — | — | — | — | — | 0.060 |
| 2-乙基-2-甲基-1,3-二恶戊烷 | — | — | — | — | — | 0.045 | — | — |
| 正十七烷 | — | 0.060 | — | — | — | — | — | — |
| 2,4-二乙酰氧戊烷* | 0.106 | 0.112 | 0.105 | 0.157 | 0.106 | 0.259 | 0.095 | 0.110 |
| 正二十烷 | 0.214 | — | — | — | — | — | — | — |
| 正十五烷 | — | 0.050 | 0.061 | — | 0.046 | — | — | — |
| 3,7,11-三甲基-1,3,6,10-十二碳-四烯 | — | — | 0.107 | — | 0.070 | — | — | — |
| 酚类 | | | | | | | | |
| 甲基丁香酚 | — | — | 0.038 | — | 0.077 | — | — | — |
| 2-甲氧基-3-(2-丙烯基)-苯酚 | 0.199 | 0.091 | 0.316 | — | 0.935 | — | 0.054 | 0.493 |
| 4-烯丙基-2-甲氧基苯酚 | — | — | — | 0.076 | — | 0.056 | — | — |
| 4-(2-丙烯基)-苯酚 | — | — | 0.040 | — | 0.412 | — | — | 0.289 |

注：—未检测到；*共有物质。

由表4可知，不同套袋处理的薄皮甜瓜果实中共检测出120种风味物质。这些风味物质以酯类为主（76种），此外还包括醇类（20种）、醛类（4种）、烷烯类（10种）、酚类（4种）、酸类（4种）和醚类（2种）等。套袋与对照果实中相对含量最高的均为乙酸乙酯，相对含量达到57%以上，相对含量最高为牛皮纸袋处理，相对含量为63.54%，各处理之间乙酸乙酯的相对含量差别不大。

表5 薄皮甜瓜果实中风味物质成分的分类

Table 5 Classification of flavor compounds in oriental melon fruit

| 风味物质 | 硫酸纸袋 | 牛皮纸袋 | 白色塑料袋 | 红色塑料袋 | 蓝色塑料袋 | 绿色塑料袋 | 黑色塑料袋 | 对照 |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 酯类 | | | | | | | | |
| 种类数量 | 40 | 41 | 42 | 45 | 41 | 38 | 47 | 43 |
| 相对含量/% | 88.92 | 90.53 | 90.32 | 90.85 | 88.70 | 89.56 | 94.85 | 90.15 |
| 醇类 | | | | | | | | |
| 种类数量 | 5 | 7 | 8 | 8 | 8 | 11 | 8 | 7 |
| 相对含量/% | 3.62 | 2.25 | 2.06 | 1.92 | 2.00 | 3.73 | 2.27 | 2.73 |
| 醛类 | | | | | | | | |
| 种类数量 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 |
| 相对含量/% | 1.60 | 1.11 | 0.86 | 1.47 | 0.95 | 1.42 | 0.62 | 1.10 |
| 酸类 | | | | | | | | |
| 种类数量 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| 相对含量/% | 4.37 | 4.67 | 5.10 | 4.32 | 5.59 | 3.44 | 1.09 | 3.75 |
| 烷烯类 | | | | | | | | |
| 种类数量 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 2 | 3 |
| 相对含量/% | 0.39 | 0.31 | 0.41 | 0.39 | 0.30 | 0.49 | 0.23 | 0.38 |
| 酚类 | | | | | | | | |
| 种类数量 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 |
| 相对含量/% | 0.20 | 0.09 | 0.39 | 0.08 | 1.42 | 0.06 | 0.054 | 0.78 |
| 醚类 | | | | | | | | |
| 种类数量 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 相对含量/% | 0.03 | 0 | 0 | 0 | 0.24 | 0.17 | 0 | 0.10 |

表5是对每一个处理的风味物质进行归类整理，可以看出薄皮甜瓜果实风味物质的主要构成还是酯类为主，各处理分别为硫酸纸袋40种、牛皮纸袋41种、白色塑料袋42种、红色塑料袋45种、蓝色塑料袋41种、绿色塑料袋38种、黑色塑料袋47种，而对照为43种。在相对含量上，酯类物质均在90%左右，与对照接近。除酯类外，酸类物质的种类虽少，但是相对含量位于第2位。醇类物质在数量上位于第2位，但是相对含量位于第3位。而醛类、酚类和醚类等物质虽然检测出来，但是相对含量均较低。

表6 薄皮甜瓜果实中风味物质含量比较

Table 6 Comparison of flavor compound contents in oriental melon fruit

| 处理 | 硫酸纸袋 | 牛皮纸袋 | 白色塑料袋 | 红色塑料袋 | 蓝色塑料袋 | 绿色塑料袋 | 黑色塑料袋 | 对照 |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 风味物质总含量/% | 94.96 | 94.42 | 94.09 | 94.76 | 93.44 | 95.32 | 98.29 | 95.31 |
| 与对照共有物质数量 | 45 | 44 | 44 | 38 | 47 | 34 | 45 | |
| 风味物质种类数量 | 55 | 57 | 60 | 62 | 60 | 59 | 61 | 60 |
| 相同风味物质的相对含量/% | 90.52 | 93.75 | 92.01 | 92.01 | 91.23 | 92.39 | 92.41 | 92.22 |
| 共有风味物质占总含量的比例/% | 95.33 | 99.29 | 97.79 | 97.10 | 97.64 | 96.92 | 94.02 | 96.76 |

对表4进行统计分析，结果见表6，可以看出薄皮甜瓜果实挥发性物质相对总含量在93.44%~98.29%之间，各处理差异并不明显。不同处理化合物的数量不同，分别为硫酸纸袋55种、牛皮纸袋57种、白色塑料袋60种、红色塑料袋62种、蓝色塑料袋60种、绿色塑料袋59种、黑色塑料袋61种、对照60种，各处理与对照化合物在数量上接近。

本研究对每一个处理的风味物质都分别与对照进行了比较，发现硫酸纸袋、牛皮纸袋、白色塑料袋、红色塑料袋、蓝色塑料袋、绿色塑料袋、黑色塑料袋与对照相同风味物质的数量分别为45、44、44、38、47、34、45种，各处理化合物的总含量和相同化合物的相对含量

分别为94.96% (90.52%)、94.42% (93.75%)、94.76% (92.01%)、93.44% (91.23%)、95.32% (92.39%)、98.29% (92.41%)、95.31% (92.22%)，相同化合物的相对含量达到90%以上，相同化合物占有的比例较高。

此外，本研究对7个处理与对照的共有化合物进行了整理，发现7个处理与对照共有的化合物为27种，并且共有化合物占总化合物的比例在94.02%~99.29%之间，大致说明几种处理的风味主要还是由上述27种物质构成，只是27种化合物中每种化合物的相对含量不同而已。

3 讨论

本实验结果发现，与对照相比，7种材质的套袋均提高了薄皮甜瓜果实果皮光亮度、光洁度和皮色均匀度。其中，硫酸纸袋和白色塑料袋增加了果皮叶绿素的含量和果皮类胡萝卜素含量，7种套袋均降低了果皮类黄酮含量，这与其他学者的研究结果^[16-17,19]一致，这说明套袋可以有效改善果实的外观品质。

本研究又对薄皮甜瓜果实不同透光率的套袋材料对果实风味品质的影响进行了比较，通过上面的系统分析表明，不同的套袋材料对薄皮甜瓜果实的风味品质有一定的影响，例如风味物质的数量、每种风味物质的相对含量以及风味物质的构成等，这与文献^[20-23]研究结果相似，他们认为套袋改变并降低了“红富士”苹果、“寒富”苹果、鸭梨和“库尔勒香梨”的芳香成分和含量，但是他们的实验又表明果实套袋后香气物质总含量低于对照，另一方面是果实套袋后香气物质种类有所减少。但是在本实验中通过进一步的比较发现，不同处理薄皮甜瓜果实风味物质的总含量和构成薄皮甜瓜果实风味的含量较高的共有物质在总量上差别不大，也就是说通过套袋在改善果实外观品质、避免农药残留的情况下对果实风味的影响并不大，这与何朝飞等^[24]在套袋柠檬上的研究结果相似，即套袋后柠檬果皮果肉香气的主要组分仍保持基本一致，套袋降低柠檬的香气品质，但降低程度不大。此外，罗华等^[25]套袋处理后的“肥城桃”果实上得到相似结果，即各类香气成分的相对含量与不套袋处理的果实差别不大，但香气种类有所减少。

总之，在套袋薄皮甜瓜感官品质和风味物质的实验中，不同的套袋处理均可有效改善薄皮甜瓜果实的外观品质，同时使风味物质的种类和风味成分中每种物质的含量有所改变，但是对风味物质的总含量和主要风味物质影响不大，即套袋对薄皮甜瓜的风味影响不大，在生产中进行薄皮甜瓜的套袋切实可行。

参考文献:

[1] HONG K H, KIMI K, JNG H I. Effect of paper sources for bagging on the appearance of fruit skin in Oriental pears (*Pyrus pyrifolia* Nakai cv. Gam chonbae and Yeongsanbae)[J]. Journal of the Korean Society for Horticultural Science, 1999, 40(5): 554-558.

[2] JIA H J, ARAKI A, OKAMOTO G. Influence of fruit bagging on aroma volatiles and skin coloration of 'Hakuho' peach (*Prunus persica* Batsch)[J]. Postharvest Biology and Technology, 2005, 35(1): 61-68.

[3] 常有宏, 蔺经, 李晓刚, 等. 套袋对梨果实品质和农药残留的影响[J]. 江苏农业学报, 2006, 22(2): 150-153. DOI:10.3969/j.issn.1000-4440.2006.02.013.

[4] 张振铭, 张绍铃, 乔勇进, 等. 不同果袋对砀山酥梨果实品质的影响[J]. 果树学报, 2006, 23(4): 510-514. DOI:10.3969/j.issn.1009-9980.2006.04.005.

[5] 王仪岚, 张媛媛, 梁毅, 等. 套袋对茄子果实农药残留量及产量和品质的影响[J]. 北方园艺, 2010(2): 30-33.

[6] 陆新华, 孙德权, 吴青松, 等. 不同纸质果袋套袋对菠萝果实品质的影响[J]. 果树学报, 2011, 28(6): 1086-1089.

[7] 刘蕾庆, 焦自高, 艾希珍, 等. 套袋对厚皮甜瓜果实中农药残留量的影响[J]. 西北农业学报, 2012, 21(5): 151-154. DOI:10.3969/j.issn.1004-1389.2012.05.029.

[8] 杨小强, 高峰涛, 王艳, 等. 苹果套袋对果实品质的影响[J]. 河北果树, 2014(1): 8-11. DOI:10.3969/j.issn.1006-9402.2014.01.005.

[9] 李秀菊, 刘用生, 束怀瑞. 红富士苹果套袋果实色泽与激素含量的变化[J]. 园艺学报, 1998, 25(3): 209-213. DOI:10.3321/j.issn.0513-353X.1998.03.001.

[10] 曾伟光, 熊庆娥, 邓群仙, 等. 不同果袋对丰水梨果实品质的影响[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(14): 5872-5875. DOI:10.3969/j.issn.0517-6611.2008.14.071.

[11] 盛宝龙, 蔺经, 程进, 等. 套袋对翠冠梨果实外观色泽及糖、酸含量的影响[J]. 江西农业大学学报, 2010, 32(4): 705-709. DOI:10.3969/j.issn.1000-2286.2010.04.014.

[12] 里程辉, 刘志, 王宏, 等. 不同套袋处理对“岳苹”果实品质及着色度的影响[J]. 中国农学通报, 2013, 29(25): 179-183. DOI:10.3969/j.issn.1000-6850.2013.25.034.

[13] 马瑞娟, 张斌斌, 蔡志翔, 等. 不同类型黄色果袋对“晚湖景”桃果实品质的影响[J]. 西南农业学报, 2013, 26(6): 2466-2470.

[14] 施春晖, 骆军, 张朝轩, 等. 不同果袋对“红阳”猕猴桃果实色泽及品质的影响[J]. 上海农业学报, 2013, 29(3): 32-34.

[15] 张安宁, 刘伟, 李桂祥, 等. 8种不同类型果袋对“岱妃”桃果实品质的影响[J]. 山东农业科学, 2014, 46(3): 33-36.

[16] 王艳艳, 焦自高, 于贤昌, 等. 套袋对厚皮甜瓜品质的影响[J]. 中国蔬菜, 2009(16): 61-64.

[17] 李惠, 高志奎, 王梅, 等. 有色膜套袋对厚皮甜瓜果实品质及果面光能利用的影响[J]. 河北农业大学学报, 2014, 37(1): 33-38.

[18] 张治安, 张美善. 植物生理学实验指导[M]. 长春: 吉林大学出版社, 2006.

[19] 李翠红, 张永茂, 陈大鹏, 等. 套袋和不套袋对“红富士”苹果耐贮性和安全性的影响[J]. 北方园艺, 2014(22): 143-146.

[20] 赵峰, 王少敏, 高华君, 等. 套袋对红富士苹果果实芳香成分的影响[J]. 果树学报, 2006, 23(3): 322-325. DOI:10.3969/j.issn.1009-9980.2006.03.002.

[21] 李慧峰, 王海波, 李林光, 等. 套袋对“寒富”苹果果实香气成分的影响[J]. 中国生态农业学报, 2011, 19(4): 843-847.

[22] 王少敏, 魏树伟. 套袋对鸭梨果实香气及糖酸组分的影响[J]. 青岛农业大学学报(自然科学版), 2011, 28(2): 115-117. DOI:10.3969/J.ISSN.1674-148X.2011.02.009.

[23] 李芳芳, 张虎平, 何子顺, 等. 套袋对“库尔勒香梨”果实糖酸组分与香气成分的影响[J]. 园艺学报, 2014, 41(7): 1443-1450.

[24] 何朝飞, 张耀海, 田景华, 等. 套袋对柠檬香气成分的影响[J]. 食品科学, 2013, 34(4): 144-149.

[25] 罗华, 李敏, 宋红日, 等. 套袋处理对肥城桃果实香气成分的影响[J]. 湖北农业科学, 2012, 51(22): 5072-5075. DOI:10.3969/j.issn.0439-8114.2012.22.030.