

网络出版时间:2018-03-09 17:09

DOI:10.13207/j.cnki.jnwafu.2018.07.016

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20180309.1708.032.html>

套袋对“瑞雪”苹果果实品质的影响

邓 瑞¹, 袁仲玉², 夏 雪¹, 刘振中¹, 史 涛², 高 华¹, 赵政阳¹

(1 西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨凌 712100; 2 庆城县苹果试验示范站, 甘肃 庆城 745100)

【摘 要】 【目的】研究套袋对“瑞雪”苹果果实外观品质和内在品质的影响。【方法】以晚熟苹果品种“瑞雪”为材料, 常规方法测定其外在品质指标(色泽、果形指数、果面光洁指数、果锈指数和日灼果率), 并测定单果质量、硬度、可溶性固形物和可滴定酸含量等内在品质指标; 采用超声波水提取法和高效液相色谱法, 分离和测定可溶性糖主要成分及含量; 采用顶空固相微萃取法和气相色谱-质谱联用法(GC-MS), 提取并测定主要挥发性香气成分及含量。【结果】与不套袋对照果实相比, 套单层袋“瑞雪”苹果外在品质指标改善明显; 总糖含量显著下降, 其中蔗糖和山梨醇含量降幅较大, 果糖次之, 葡萄糖含量变化不显著。与套双层袋果实相比, 套单层袋果实总糖含量有所升高, 其中果糖含量增加显著($P<0.05$), 葡萄糖、蔗糖和山梨醇含量变化不显著。2 种套袋果实香气物质总含量均低于对照, 物质种类均有所减少, 特别是“果香型”的酯类化合物含量显著降低($P<0.05$)。【结论】综合考虑套袋对果实品质的影响及套袋成本、工效等因素, 建议在“瑞雪”苹果栽培中优先选择套单层袋。

【关键词】 “瑞雪”苹果; 套袋; 品质; 可溶性糖; 香气物质

【中图分类号】 S661.1

【文献标志码】 A

【文章编号】 1671-9387(2018)07-0117-07

Influence of bagging on quality of “Ruixue” apple

DENG Rui¹, YUAN Zhongyu², XIA Xue¹, LIU Zhenzhong¹,

SHI Tao², GAO Hua¹, ZHAO Zhengyang¹

(1 College of Horticulture, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 Horticultural Station of Qingcheng County, Qingcheng, Gansu 745100, China)

Abstract: 【Objective】 This study investigated the influences of bagging appearance and internal quality of “Ruixue” apple fruit. 【Method】 With late ripening apple cultivar “Ruixue” as material, its external quality indexes were determined using the conventional method (including chromatic aberration, fruit surface finish index, fruit shape index, fruit rust index, and sun burning fruit rate). Additionally, internal quality indexes such as weight, firmness, soluble sugar and titratable acid of single fruit were measured. The main components and contents of soluble sugar were separated and determined using ultrasonic water extraction method and high performance liquid chromatography. The headspace solid phase micro extraction method and gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) were applied to extract and determine the volatile components and their contents. 【Result】 Bagging with single paper significantly improved surface smooth finish and kept the yellow appearance of the “Ruixue” apple compared with non-bagging fruit ($P<0.05$). The total sugar content was significantly decreased with the maximum reduction in sucrose and sorbitol, followed by fructose. The fruits with single bagging had higher total sugar content compared to double bag-

【收稿日期】 2017-03-03

【基金项目】 国家重点研发计划项目(2016YFD0201131); 陕西省重点研发计划项目(2017ZDXM-NY-021); 陕西杨凌示范区产学研用协同创新重大项目(2016CX-Y-08)

【作者简介】 邓 瑞(1993—), 女, 河南南阳人, 硕士, 主要从事苹果育种研究。E-mail: 18825179823@163.com

【通信作者】 高 华(1970—), 男, 陕西延川人, 副研究员, 硕士, 主要从事苹果新品种选育研究。E-mail: gaohua2378@163.com

ging fruits, among which fructose was significantly higher while glucose ($P < 0.05$), sucrose and sorbitol had no significant changes. There were significant differences in the compositions and contents of aroma substances of fruits among different treatments. Bagging fruits had lower total contents and types of aroma substances compared with non-bagging fruit, especially the “fruity type” ester compounds were inhibited significantly ($P < 0.05$). 【Conclusion】Comprehensively considering the influences of bagging, fruit quality, cost and efficiency, bagging with single paper is recommended.

Key words: “Ruixue” apple; bagging; quality; soluble sugar; aroma material

果实套袋具有促进着色、改善果面光洁度、降低农药残留等显著优点^[1], 目前, 套袋技术已成为生产无公害优质高档苹果的核心技术和关键技术措施之一, 有力促进了我国苹果的出口。

苹果果实风味物质主要有糖、酸及芳香物质等, 其成分和含量对于鲜食苹果的风味品质有重要的影响^[2-4], 果袋类型也不同程度影响果实的营养物质及风味^[5-8]。里程辉等^[7]研究表明, 套纸袋降低了苹果果实的果糖、蔗糖和总糖含量, 而套塑膜袋摘袋使果实果糖和总糖含量提高; 李慧峰等^[8]研究表明, 套袋会降低苹果果实中芳香物质的总含量, 但不同材质果袋影响程度不同, 表现为套双层纸袋果实芳香物质总含量低于套塑膜袋果实。然而有关苹果果实套单层袋后糖酸组分与香气成分的变化尚未见全面系统的报道。

“瑞雪”是西北农林科技大学育出的丰产、质好、耐储藏的黄色苹果新品种^[9], 目前关于该品种的套袋栽培技术还未见相关研究。赵桂琴^[10]和余为^[11]的研究仅涉及“瑞雪”苹果套双层纸袋后的果实可溶性固形物、可滴定酸等指标, 未讨论其糖酸组分与香气成分。为此, 本试验以套单层纸袋和双层纸袋的“瑞雪”苹果为试材, 在测定可溶性固形物、可滴定酸等指标基础上, 研究 2 种不同材质果袋对“瑞雪”苹果果实可溶性糖及香气物质的影响, 以期为指导“瑞雪”苹果套袋栽培和果实品质的有效调控提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验在西北农林科技大学甘肃庆城苹果试验示范站进行。庆城县地处甘肃陇东黄土高原中部地带, 地理位置为东经 $107^{\circ}16'32'' \sim 108^{\circ}05'49''$, 北纬 $35^{\circ}42'29'' \sim 36^{\circ}17'22''$, 试验站海拔高度 1 300 m, 年降雨量 550 mm, 年平均温度 9.4°C , 极端最低气温 -14°C 。试验所用材料为晚熟苹果品种“瑞雪”, 2013 年 4 月定植, M26 自根砧栽培, 中等管理水平,

栽植密度为 $1.5\text{ m} \times 4.0\text{ m}$ 。

1.2 试验处理

2016 年, “瑞雪”盛花期为 4 月 20 日, 谢花期为 4 月 28 日左右。套袋试验选在谢花后 40 d 进行。试验设置 2 个处理: 套双层袋(选用标准双层三色果袋)和套单层袋(单层袋外侧为褐色, 内侧为黑色)。选生长势基本一致的 6 株苹果树, 在每株树树体中部按不同方位随机挑选 30 个果实进行套袋处理, 不套袋果实作对照(CK)挂牌标记。双层袋于谢花后 160 d 解外袋, 3~5 个晴天后解内袋, 内袋解除后 10 d 采收并测定果实品质。套单层袋果实不解袋, 与套双层袋果实同时采收, 保存在 -80°C 冰箱备用。

1.3 果实外观品质指标的测定

果实色泽: 取 30 个果实, 用 CR-400 型色差计测量果面的 L、a、b (L 表示果皮亮度, a 表示果皮红绿色度, b 表示果皮黄蓝色度) 值, 均匀地在每个果实阳面赤道部位测量 5 次, 取其平均值。

果形指数: 取 30 个果实, 用游标卡尺测量果实纵径、横径, 求纵径/横径值, 取平均值。

果面光洁指数: 果面光洁指数 = $\sum((\text{各级果数} \times \text{级数}) / \text{总果数})$; 果面光洁指数分 4 级: 1 级果面粗糙如同未套袋果; 2 级果面粗糙, 色较暗; 3 级果面较光洁; 4 级果面光洁细腻。

果锈指数: 果锈指数 = $\sum((\text{各级果数} \times \text{级数}) / \text{总果数})$; 果锈指数分 5 级: 1 级果面无锈斑, 2 级果面锈斑 0.5 cm^2 以下, 3 级果面锈斑达 $0.5 \sim 1.0\text{ cm}^2$, 4 级果面锈斑达 $1.0 \sim 2.0\text{ cm}^2$, 5 级果面锈斑达到 2.0 cm^2 以上。

日灼果率: 目测法观察日灼果数量, 计算其与总果数的比值, 即为日灼果率。

1.4 果实内在品质指标的测定

单果质量: 用精度为 0.1 g 的天平测定, 每处理称 30 个果实, 取平均值。

硬度: 用 GS-15 型水果质地分析仪测定, 选 20 个果实, 取平均值。

可溶性固形物含量: 用手持日产 ATAGO 数显

糖度仪测定。选 20 个果实,取平均值。

可滴定酸含量:采用 GMK-835F 型苹果酸度计测定。

可溶性糖含量:参照李云康等^[12]的方法测定并略加改进。将保存在-80℃冰箱的果实取出,磨样机研磨成粉末,准确称取 3.00 g 果肉,转入 50 mL 离心管中,加入适量超纯水使提取液达到 10 mL,80℃水浴超声提取 50 min,室温冷却,10 000 r/min 离心 15 min,将上清液转移到 10 mL 的离心管中,重复此步骤,用超纯水定容,提取液均经 0.45 μm 滤膜(津腾,中国)过滤。将滤液置于 2 mL 的进样瓶中,采用 Waters1525 型高效液相色谱仪(Waters,美国)测定可溶性糖含量。Sugar Pak TM I (色谱柱 6.5 mm × 300 mm)(Waters,美国),Sugar-Pak TM II 保护柱芯,流动相为 EDTA-Ca/水(体积比 1:20);流速 0.2 mL/min;进样量 20 μL;使用 2414 型差折光检测器(Waters,美国)。用 Breeze 软件(Waters,美国)进行液相数据的处理。

总糖含量:果实可溶性糖组分含量的总和。

香气成分:果实挥发性成分的提取用顶空固相微萃取法。将保存在-80℃冰箱中的果实取出,磨样机研磨成粉末,准确称取 6 g 果肉,放入样品瓶,在 50 mL 样品瓶中依次加入硫酸钠 3 g、内标物 3-壬酮(0.04 mg/mL)10 μL,用锡箔纸封口加盖后放在磁力搅拌加热板上平衡 10 min。将萃取头插入已平衡好的、装有样品的样品瓶中进行吸附,40 min 后,插入 250℃的 GC 进样口,进行解吸;2.5 min 后,取出萃取头。果实挥发性成分的测定用 GC-MSQP-2010 气相色谱-质谱联用仪^[13]。色谱条件:色谱柱 Rtx-1MS 柱(30 m×0.25 mm×0.25

μm);进样口温度 200℃;柱温:初始温度 35℃保持 2 min,以 6℃/min 升至 120℃保持 1 min,然后以 10℃/min 升至 180℃,再 20℃/min 升至 230℃保持 5 min。质谱条件:载气为 He 气,流量为 1.03 mL/min,电离方式 EI,电子能量 70 eV,离子源温度 200℃;扫描质量范围:45~450 amu;进样:不分流进样。未知化合物质谱图经计算机检索,同时与 NIST05 质谱库相匹配,确认各种挥发性成分;再用峰面积归一化法求得各成分相对质量百分含量,以 3-壬酮为内标进行定量。

1.5 数据统计分析

采用 Excel 和 SPSS 17.0 整理数据并进行显著性分析。

2 结果与分析

2.1 套袋对“瑞雪”苹果果实外观品质的影响

由表 1 可以看出,套袋后苹果果实果形指数略高于对照不套袋果实,平均增加 0.025,其中单层袋处理果实果形指数显著高于对照果实。单层袋处理果实 L 值比对照和双层袋处理显著增加;a 值与对照果实无显著差异,但显著低于双层袋处理,其原因可能是双层袋解袋后果面会有不同程度着色;b 值显著高于双层袋处理,略高于对照,但无显著差异,说明单层袋处理的果实黄色程度更高。

由表 1 还可看出,单层袋处理果实果面光洁指数显著高于对照果实,略高于双层袋处理果实;果锈指数显著低于对照果实,略低于双层袋处理果实。由于单层袋处理果实直接带袋采收,果面未受到日灼影响,因此日灼果率较双层袋和对照均显著降低。

表 1 不同套袋处理“瑞雪”苹果外观品质的比较

Table 1 Comparison of fruit exterior quality of “Ruixue” apple from different treatments							
处理 Treatment	果形指数 Fruit shape index	色泽 Chromatic aberration			果面光洁指数 Fruit surface finish index	日灼果率/% Sun burning fruit rate	果锈指数 Fruit rust index
		L	a	b			
双层袋 Double paper bag	0.92 ab	64.00 b	12.73 a	20.16 b	3.23 a	7.50 a	1.47 ab
单层袋 Single paper bag	0.93 a	74.46 a	-5.89 b	26.50 a	3.80 a	0 c	1.13 b
对照 CK	0.90 b	61.48 b	-5.71 b	24.54 ab	2.23 b	5.83 b	1.60 a

注:表中同列数据后不同小写字母表示差异达 5%显著水平。表 2,3 同。
Note:Different letters within same column indicate significant difference at 5% level. The same for Table 2 and 3.

黄色果面是“瑞雪”苹果重要的商品性状。如图 1 所示,在陇东地区,“瑞雪”不套袋没有导致果实成熟时出现黄化,保持了绿色果面;套双层袋解袋后,“瑞雪”果面褪绿但出现着色的现象。与不套袋(图 1-A)和套双层袋(图 1-C)相比,单层袋处理果实的果面光洁度高,果点密度小(图 1-B),外观品质改善

明显。
2.2 套袋对“瑞雪”苹果果实内在品质的影响
如表 2 所示,套单层袋对“瑞雪”果实单果质量影响较小,其硬度较对照显著增加,但比双层袋处理略降 0.2 kg/cm²(P<0.05);套袋后果实可溶性固形物含量比不套袋果实平均降低 0.7%(P<0.05),

且单层袋处理比双层袋处理降幅小。与不套袋相比,套袋“瑞雪”苹果果实可滴定酸含量下降较多,导致固酸比升高。

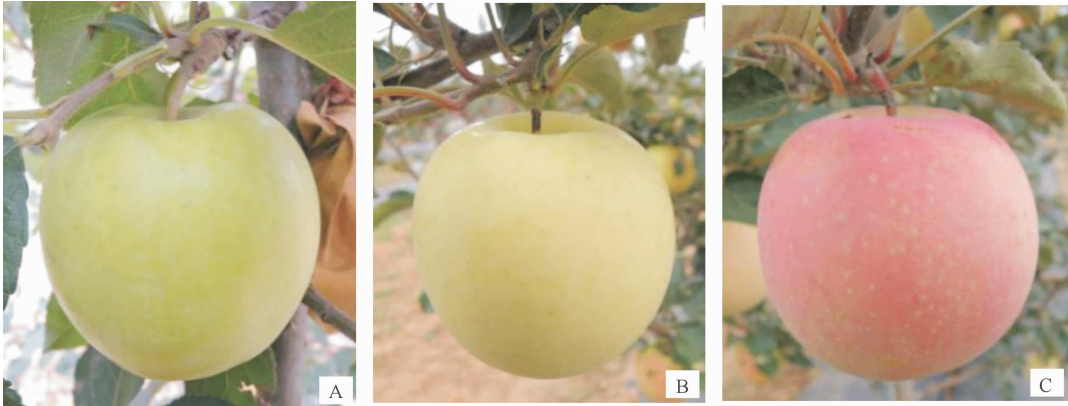


图 1 不套袋(A)、套单层纸袋(B)和套双层纸袋(C)“瑞雪”苹果的成熟果实

Fig.1 Mature “Ruixue” apple fruits of no bagging (A), single paper bag (B) and double paper bag (C)

表 2 不同套袋处理“瑞雪”苹果内在品质的比较

Table 2 Comparison of fruit interior quality of “Ruixue” apple from different treatments

处理 Treatment	单果质量/g Weight	硬度/(kg·cm ⁻²) Firmness	可溶性固形物/% Soluble sugar	可滴定酸/% Titratable acid	固酸比 Sugar-acid ratio
双层袋 Double paper bag	200.10 a	9.61 a	17.1 b	0.21 b	81.43 a
单层袋 Single paper bag	196.74 a	9.59 a	17.3 b	0.28 ab	61.79 b
对照 CK	204.00 a	8.94 b	17.9 a	0.35 a	51.14 c

2.3 套袋对“瑞雪”苹果果实可溶性糖含量的影响

“瑞雪”苹果果实的可溶性糖含量测定结果见表 3。由表 3 可以看出,套单层袋处理果实 4 种可溶性糖中,果糖含量最高(135.51 mg/g),蔗糖(126.01 mg/g)和葡萄糖含量(33.99 mg/g)居中,山梨醇含量最低(21.74 mg/g)。与对照相比,单层袋处理果实蔗糖、果糖和山梨醇含量显著降低,葡萄糖含量无

显著变化,套单层袋对果实蔗糖含量影响最大,山梨醇含量次之。与套双层袋果实相比,套单层袋果实果糖含量显著升高,葡萄糖、蔗糖和山梨醇含量无显著变化。套单层袋果实中可溶性糖总含量为317.25 mg/g,较对照显著降低,但较套双层袋果实有所升高。

表 3 不同套袋处理“瑞雪”果实可溶性糖含量的比较

Table 3 Comparison of soluble sugar contents in “Ruixue” apple fruits from different treatments mg/g

处理 Treatment	蔗糖 Sucrose	葡萄糖 Glucose	果糖 Fructose	山梨醇 Sorbitol	总含量 Total content
双层袋 Double paper bag	128.02 b	29.78 a	125.00 c	21.75 b	304.55 b
单层袋 Single paper bag	126.01 b	33.99 a	135.51 b	21.74 b	317.25 b
对照 CK	166.98 a	31.56 a	153.95 a	29.92 a	382.41 a

2.4 套袋对“瑞雪”苹果果实挥发性成分的影响

经气相色谱-质谱联用仪检测,从“瑞雪”苹果果实中检测出 39 种挥发性成分(表 4)。从表 4 可以看出,“瑞雪”苹果特征香气成分主要是 1-己醇、己醛、2-己烯醛、丁酸丁酯、丁酸己酯、乙酸己酯、乙酸-2-甲基丁酯、2-甲基丁酸己酯、2-甲基丁酸丁酯、己酸己酯。其中 2-己烯醛含量最高,占总量的 20% 以上;其次为己醛、丁酸己酯、2-甲基丁酸己酯,占总量的 6%~20%;检测出的物质主要为醇类、醛类与酯类,其中酯类物质占总挥发性成分的 50%,说明“瑞

雪”苹果属于酯香型。

由表 4 可以看出,从不套袋“瑞雪”果实中共检测出 37 种挥发性物质,而在单层袋果实和双层袋果实中仅分别检测出 28,29 种挥发性物质。说明套袋处理减少了“瑞雪”苹果的特征香气成分,其中乙酸丁酯、丙酸-3-甲基丁酯、乙酸戊酯、乙酸-(Z)-3-己烯酯、乙酸-(E)-2-己烯酯、乙酸庚酯、2-甲基丁酸庚酯、D-柠檬烯在 2 种套袋果实中均未检测到;但这几种物质只占不套袋果实挥发性物质总含量的 4.31%。此外,辛醛、2-甲基丁酸丙酯、α-法尼烯在单层袋果

实中未检测到;惕格酸己酯、2,4-二叔丁基苯本酚在 双层袋果实中未检测到。

表 4 不同套袋处理“瑞雪”果实挥发性成分的 GC-MS 分析

Table 4 GC-MS analysis of volatile compounds in “Ruixue” apple fruits from different treatments μg/g			
挥发性成分 Volatile compounds	双层袋 Double paper bag	单层袋 Single paper bag	对照 CK
1-丁醇 1-Butanol	1.565 a	1.358 a	0.599 b
2-甲基-1-丁醇 2-methyl-1-Butanol	1.578 a	1.352 b	1.306 b
1-己醇 1-Hexanol	19.508 b	19.814 a	8.619 c
(E)-2-己烯醇 (E)-2-Hexen-1-ol	1.618 a	0.467 c	0.824 b
1-辛醇 1-Octanol	0.123 c	0.533 b	0.647 a
己醛 Hexanal	24.902 a	21.597 b	21.074 c
2-己烯醛 2-Hexenal	45.568 a	40.708 b	36.058 c
辛醛 Octanal	0.036 b	—	0.082 a
癸醛 Decanal	0.112 a	0.029 b	0.016 b
己酸乙酯 Ethyl hexanoate	0.247 b	0.274 a	—
丁酸丙酯 propyl butyrate	0.729 a	0.361 b	0.197 c
2-甲基丁酸丙酯 propyl 2-methylbutyrate	0.034	—	0.213
乙酸丁酯 Butyl acetate	—	—	7.347
丙酸丁酯 Butyl propionate	0.509 b	0.487 b	1.029 a
丙酸-3-甲基丁酯 3-methylbutyl propanoate	—	—	0.134
乙酸-2-甲基丁酯 2-methylbutyl acetate	0.352 c	8.064 b	17.946 a
丁酸丁酯 Butyl butyrate	8.244 a	3.061 b	2.318 c
2-甲基丁酸丁酯 Butyl 2-methylbutanoate	2.123 c	2.536 b	5.028 a
丁酸-2-甲基丁酯 2-methylbutyl butyrate	0.316 a	0.088 b	0.062 b
2-甲基丁酸-2-甲基丁酯 2-methylbutyl 2-methylbutyrate	0.323 a	0.067 b	0.345 a
己酸-2-甲基丁酯 2-methylbutyl hexanoate	0.195 a	0.068 b	0.027 c
乙酸戊酯 Pentyl acetate	—	—	0.885
丁酸戊酯 Pentyl butyrate	1.558 a	0.823 b	0.339 c
己酸戊酯 pentyl hexanoate	0.368 a	0.085 c	0.167 b
乙酸-(Z)-3-己烯酯 (Z)-3-hexenyl acetate	—	—	0.070
乙酸-(E)-2-己烯酯 (E)-2-hexenyl acetate	—	—	1.367
丙酸己酯 hexyl propionate	1.030 b	0.516 c	2.153 a
丁酸己酯 Hexyl butyrate	51.710 a	29.637 b	14.998 c
乙酸己酯 Hexyl acetate	1.945 b	10.764 c	42.074 a
己酸己酯 Hexyl hexanoate	5.757 a	4.463 b	2.268 c
惕格酸己酯 Hexyl tiglate	—	0.034 b	1.349 a
2-甲基丙酸己酯 hexyl 2-methylpropionate	1.056 b	0.888 c	1.946 a
2-甲基丁酸己酯 hexyl 2-methylbutyrate	14.249 c	18.750 b	51.458 a
乙酸庚酯 heptyl acetate	—	—	0.055
2-甲基丁酸庚酯 heptyl 2-methylbutyrate	—	—	0.631
D-柠檬烯 D-Limonene	—	—	0.084
反式-α-香柑油烯 trans-α-Bergamotene	1.044 a	0.127 b	0.178 b
2,4-二叔丁基苯酚 2,4-Di-tert-butylphenol	—	3.429 b	4.713 a
α-法尼烯 α-Farnesene	14.027	—	—
醇类 Alcohols	24.392 a	23.524 a	11.995 b
醛类 Aldehydes	70.618 a	62.334 ab	57.230 b
酯类 Esters	90.745 b	80.966 b	154.406 a
萜类 Terpenoids	15.071 a	3.556 b	4.975 b
总量 Total content	200.826 b	170.380 c	228.606 a

注:“—”表示未检测到。同行数据后小写字母表示差异达 5%显著水平。

Note:“—”indicates not detected. Different lowercase letters within same row indicate significant difference at 5% level.

表 4 显示,套单层袋果实特征香气成分总含量
低于对照不套袋果实和套双层袋果实,醇类物质含
量显著高于对照,与套双层袋果实无显著差异;酯类

物质含量显著低于对照,与套双层袋果实无显著差
异;萜类物质含量显著低于套双层袋果实,与对照无
显著差异;醛类物质含量较套双层袋果实微降。套

单层袋果实挥发性物质中的 1-己醇、己醛、2-己烯醛、丁酸己酯、乙酸己酯、2-甲基丁酸己酯含量占其总量的 82.91%。套单层袋果实中 1-己醇、1-辛醇、己酸乙酯、乙酸-2-甲基丁酯、2-甲基丁酸己酯、2-甲基丁酸丁酯含量均显著高于套双层袋果实;1-己醇、2-己烯醛、丁酸丙酯、丁酸戊酯、丁酸己酯、己酸己酯含量均显著高于对照。

3 讨 论

本研究中,经过不同套袋处理,“瑞雪”苹果果实的可溶性固形物含量略降,其中单层袋相比双层袋降幅略小,这与王少敏等^[6]的研究结果相一致。套袋果实的其他内含物含量也均下降,且可滴定酸含量下降较多,果实固酸比显著升高^[14-16]。

本研究中,不套袋“瑞雪”苹果可溶性糖总含量分别是单层和双层套袋果实总含量的 1.21 倍和 1.26 倍,说明套袋会降低果实的含糖量,这与 Flefcher^[17]的研究结果相一致。王少敏等^[6]研究表明,套纸袋苹果果实蔗糖和山梨醇含量降低最为明显,而葡萄糖和果糖含量与对照差异相对较小,这与本研究结果相一致。本研究中,套单层袋“瑞雪”苹果果实中 4 种糖含量从高到低依次为果糖(135.51 mg/g) > 蔗糖(126.01 mg/g) > 葡萄糖(33.99 mg/g) > 山梨醇(21.74 mg/g),总含量为 317.25 mg/g;而梁俊等^[18]研究结果表明,晚熟红富士 4 种糖含量从高到低依次为果糖(54.235 mg/g) > 葡萄糖(21.334 mg/g) > 蔗糖(29.703 mg/g) > 山梨醇(9.869 mg/g),总含量为 115.142 mg/g。由此可见,“瑞雪”果实果糖、蔗糖、葡萄糖和山梨醇含量分别是红富士果实的 2.5 倍,4.24 倍,1.59 倍和 2.2 倍,以蔗糖含量差异最大,这也是“瑞雪”果实风味浓的重要原因之一。

本研究中,不套袋“瑞雪”果实中挥发性物质总含量是套双层袋果实的 1.14 倍,是套单层袋果实的 1.46 倍,说明套袋不利于“瑞雪”苹果果实香气物质的合成,这与前人研究结果^[14,16]相一致。本研究中,套袋会显著增加“瑞雪”苹果果实芳香物质中醇类物质及醛类物质的含量,显著减少酯类物质的含量,其中萜类物质在套双层袋果实中居多。而李慧峰等^[8]研究表明,套袋抑制了“寒富”苹果果实中醇类和醛类物质的形成,促进了酯类物质的形成。这种差异可能与树种本身的遗传特性或果袋的类型、质地等有关。“瑞雪”苹果果实醛类物质中含量最高的是己醛和己烯醛。有研究报道将己醛、己烯醛作

为苹果的主要香气物质^[19-22]。但也有研究发现,己醛、己烯醛在未成熟无香气果实挥发性物质中就大量存在,果实成熟有香气时,己醛、己烯醛含量及其在总组分中所占比例均显著降低^[23]。

一般而言,酯类物质含量高时,果实风味就好^[24-25],本研究中,套单层袋“瑞雪”果实与套双层袋果实中酯类物质含量差异不显著,说明两者芳香气味相近。红富士苹果中也以酯类物质为主,主要香气成分为丁酸乙酯、1-丁醇、乙酸 3-甲基丁酯、乙酸乙酯和 2-甲基丁酸乙酯^[23]。“瑞雪”苹果与红富士苹果^[24]在风味物质含量方面的差异,以及不同果袋对果实香气物质的影响机制,还有待于进一步研究。

4 结 论

套袋提高了“瑞雪”果实果实的外观品质,其中,套单层袋能保持果实黄色外观,提高果面光洁指数,明显降低果锈指数和日灼果率。但套袋降低了果实的内在品质,不利于果实整体风味的形成;但与套双层袋相比,套单层袋可溶性糖总含量有所升高,酯类化合物变化差异不显著。因此,综合考虑套袋对果实品质的影响及套袋成本、工效等因素,建议在“瑞雪”苹果栽培中优先选择套单层袋。

[参考文献]

- [1] 刘建海,李丙智,张林森,等.套袋对红富士苹果果实品质和农药残留的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2003,31(S1):16-18.
Liu J H, Li B Z, Zhang L S, et al. The effect of bagging on the quality and pesticide residual of Red Fuji apple [J]. Journal of Northwest A&F University (Natural Science Edition), 2003, 31(S1): 16-18.
- [2] Harker F R, Marsh K B, Young H, et al. Sensory interpretation of instrumental measurements: 2. sweet and acid taste of apple fruit [J]. Postharvest Biology and Technology, 2002, 24: 241-250.
- [3] 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 [J]. Scientia Agricultura Sinica, 2010, 43(11): 2300-2306.
- [4] 李晓颖, 谭洪花, 房经贵, 等. 果树果实的风味物质及其研究 [J]. 植物生理学报, 2011, 47(10): 943-950.
Li X Y, Tan H H, Fang J G, et al. Flavor compounds in fruits and research on them [J]. Plant Physiology Journal Plant Physiology Journal, 2011, 47(10): 943-950.
- [5] 王少敏, 高华君, 刘嘉芬, 等. 套袋短枝红富士果实内含物及果皮色素的变化 [J]. 果树科学, 2000, 17(1): 76-77.
Wang S M, Gao H J, Liu J F, et al. The change of fruit inclu-

- sions and skin pigment of bagging Fuji spur apple cultivar [J]. Fruit Trees Science, 2000, 17(1): 76-77.
- [6] 王少敏, 高华君, 张骁兵. 套袋对红富士苹果色素及糖、酸含量的影响 [J]. 园艺学报, 2002, 29(3): 263-265.
- Wang S M, Gao H J, Zhang X B. The effect of sugar and acid content bagging pigment on red Fuji apple [J]. Journal of Horticulture, 2002, 29(3): 263-265.
- [7] 里程辉, 刘 志, 王 宏, 等. 不同套袋处理对‘岳苹’果实品质及着色的影响 [J]. 中国农学通报, 2013, 29(25): 179-183.
- Li C H, Liu Z, Wang H, et al. The effect of different bagging treatment for ‘Yueping’ fruit quality and color [J]. China Agriculture Science Bulletin, 2013, 29(25): 179-183.
- [8] 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): 1-5.
- Li H F, Wang H B, Li L G, et al. The effect of bagging ‘Han-fu’ apple fruit on aroma constituents [J]. Journal of Chinese Ecological Agriculture, 2011, 19(4): 1-5.
- [9] 高 华, 赵政阳, 王雷存, 等. 苹果新品种‘瑞雪’的选育 [J]. 果树学报, 2016, 33(3): 374-377.
- Gao H, Zhao Z Y, Wang L C, et al. Breeding report of a new apple cultivar ‘Ruixue’ [J]. Journal of Fruit Science, 2016, 33(3): 374-377.
- [10] 赵桂琴. 部分苹果新品种矮化幼树在陇东地区的生长表现 [D]. 陕西杨凌: 西北农林科技大学, 2015.
- Zhao G Q. The growth performance of part of the new apple varieties dwarf trees in longdong region [D]. Yangling, Shaanxi: Northwest A&F University, 2015.
- [11] 余为为. 部分苹果新品种在陇东地区的栽培表现评价 [D]. 陕西杨凌: 西北农林科技大学, 2016.
- She W W. The growth performance of part of the new apple varieties dwarf trees in Longdong region [D]. Yangling, Shaanxi: Northwest A&F University, 2016.
- [12] 李云康, 潘思轶. 高效液相色谱仪法测定柑橘汁糖的组成 [J]. 食品科学, 2006, 27(4): 190-192.
- Li Y K, Pan S Y. Determination of saccharides components in orange juice by HPLC [J]. Food Science, 2006, 27(4): 190-192.
- [13] 陈美霞, 陈学森, 冯宝春, 等. 两个杏品种果实香气成分的气相色谱-质谱分析 [J]. 园艺学报, 2004, 31(5): 663-665.
- Chen M X, Chen X S, Feng B C, et al. The analyze of gas chromatography-mass spectrometry of two varieties of apricot fruit aroma components [J]. Journal of Horticulture, 2004, 31(5): 663-665.
- [14] Barden C L, Bramlage W J. Accumulation of antioxidants in apple peel as related to pre-harvest factors and superficial scald susceptibility of the fruit [J]. J Amer Soc Hort Sci, 1994, 119(2): 264-269.
- [15] 陈希国. 套袋对红富士苹果果实品质的影响 [J]. 中国果菜, 2015, 35(4): 42-43.
- Chen X G. Effect of bagging on fruit quality of red Fuji apple [J]. China Fruit & Vegetable, 2015, 35(4): 42-43.
- [16] 卜万锁, 牛自勉. 套袋处理对苹果芳香物质含量及果实品质的影响 [J]. 中国农业科学, 1998, 31(6): 88-90.
- Bu W S, Niu Z M. Effects of bagging on the content of aromatic substances and fruit quality of apple [J]. Scientia Agricultura Sinica, 1998, 31(6): 88-90.
- [17] Flefcher L A. A preliminary study of the factors affecting red color of apples [J]. Proc Amer Sci Hort Sci, 1929, 26: 191-196.
- [18] 梁 俊, 郭 燕, 刘玉莲, 等. 不同品种苹果果实中糖酸组成与含量分析 [J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2011, 39(10): 163-170.
- Liang J, Guo Y, Liu Y L, et al. Analysis of contents and constituents of sugar and organic acid in different apple cultivars [J]. Journal of Northwest A&F University (Natural Science Edition), 2011, 39(10): 163-170.
- [19] Dixon J, Hewett E W. Factors affecting apple Aroma/flavor volatile concentration: review [J]. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 2000, 28(3): 155-173.
- [20] Yahia E M. Apple flavor [J]. Horticultural Reviews, 1994, 16: 197-234.
- [21] Zhu H. Ester variability in apple varieties as determined by solid phasemicro extraction and gas chromatography-mass spectrometry [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2004, 52: 8086-8093.
- [22] Scalzo R L, Testoni A, Genna A. ‘Annurca’ apple fruit, a southern Italy apple cultivar: textural properties and aroma composition [J]. Food Chemistry, 2001, 73(3): 333-343.
- [23] 乜兰春, 孙建设, 陈华君, 等. 苹果不同品种果实香气物质研究 [J]. 中国农业科学, 2006, 39(3): 641-646.
- Nie L C, Sun J S, Chen H J, et al. Study on fruit aroma of different apple cultivars [J]. Scientia Agricultura Sinica, 2006, 39(3): 641-646.
- [24] 牛自勉, 王贤萍, 孟玉萍, 等. 不同砧木苹果品种果肉芳香物质的含量变化 [J]. 果树科学, 1996, 13(3): 153-156.
- Niu Z M, Wang X P, Meng Y P, et al. Influence of rootstocks on the contents of volatile aroma compounds in the flesh of some apple varieties [J]. Journal of Fruit Science, 1996, 13(3): 153-156.
- [25] Perez A G, Sanz C, Olias R, et al. Aroma quality evaluation of strawberry cultivars in southern Spain [J]. Acta Horticulture, 1997, 439: 337-340.