

doi:10.11937/bfy.20171387

## 套袋对五个新疆野苹果优系果实品质的影响

于立洋<sup>1,2</sup>, 左力辉<sup>1,2</sup>, 徐卫华<sup>3</sup>, 孟庆新<sup>4</sup>, 张军<sup>1,2</sup>

(1. 河北农业大学 林学院, 河北 保定 071000; 2. 河北省林木种质资源与森林保护重点实验室, 河北 保定 071000;  
3. 乐亭县农牧局, 河北 唐山 063600; 4. 滦南县林业局, 河北 唐山 063500)

**摘要:**以5个新疆野苹果优系为试材,研究套袋对新疆野苹果果实部分品质指标的影响。结果表明:未套袋处理和套袋处理下,5个新疆野苹果优系单果质量、可溶性固形物含量、酸度、果形指数等均有显著性差异,套袋果实较未套袋果实在单果质量、可溶性固形物含量、酸度有降低趋势,部分优系达到显著性差异( $P < 0.05$ ),套袋果实与未套袋果实间果形指数没有显著性差异;套袋对5个新疆野苹果优系果实香气成分的影响不一致,优系 M-1、M-2、M-5 的醛类和酸类的相对含量降低,醇类和酯类的相对含量升高,优系 M-3 和 M-4 的醛类和酸类相对含量升高,酯类相对含量降低,优系 M-3 醇类相对含量降低, M-4 醇类的相对含量升高;套袋对5个新疆野苹果优系果实香气成分的多样性影响不一致,其中套袋使香气成分的丰富度均降低,优系 M-3 和 M-4 香气成分的多样性指数和均匀度指数均没有明显变化,而优系 M-1、M-2、M-5 多样性指数和均匀度指数变化较大,表现为优系 M-1 的多样性指数和均匀度指数降低,优系 M-2 和 M-5 的多样性指数和均匀度指数升高。

**关键词:**新疆野苹果;套袋;果实品质

**中图分类号:**S 661.105<sup>+</sup>.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)21-0042-08

苹果属(*Malus* Mill.)种质资源丰富,包括大量的野生种、半野生种及栽培品种<sup>[1-2]</sup>。作为世界

苹果属植物重要的起源中心,我国苹果属植物野生种种质资源丰富,起源于我国的苹果属植物野生种有 21 个<sup>[3-5]</sup>,其中新疆野苹果属第三纪孑遗物种,是现代栽培苹果的祖先种<sup>[6-8]</sup>,是珍贵的种质资源。新疆野苹果长期以来是实生繁殖,变异类型丰富,并且新疆地区的地理和气候环境存在巨大差异,新疆野苹果出现了不同株形、果形、果色、成熟期和不同风味的多样生态型,遗传变异丰富<sup>[9]</sup>。新疆野苹果的果实存在着丰富的遗传变

**第一作者简介:**于立洋(1991-),男,硕士研究生,研究方向为林木遗传育种。E-mail:yuliyangyouxiang@163.com.

**责任作者:**张军(1979-),男,博士,讲师,硕士生导师,现主要从事林木遗传育种等研究工作。E-mail:zhangjunem@126.com.

**基金项目:**国家林业局科技发展中心资助项目(XPC-201505)。

**收稿日期:**2017-07-18

total anthocyanins, total phenol, and flavonoids were the higher in the peel and pulp tissue of 'Jumei' than other red grapes. And, the contents of anthocyanins, total phenol, and total flavonoids in the peel and pulp tissue of 'Thompson' were lower than other grapes. By analysis of the correlation between the phenolic compounds and antioxidant capacity in grape cultivars, there were significant positive correlations among the anthocyanins, total phenol, total flavonoids, FRAP, and ORAC in the peel tissue, and positive correlations were found between the phenolic compounds and DPPH · in seed and stem tissue, which the higher phenolic compounds along with higher antioxidant activity.

**Keywords:** fresh grape; phenolic compounds; antioxidant capacity

异,具有巨大的开发价值。由于优良抗性,新疆野苹果大多作为栽培苹果的砧木,很少注重其果实品质,并且新疆野苹果大多为野生天然林,缺少规模化经营与管理,严重阻碍了新疆野苹果的开发利用。目前有关对新疆野苹果品质及设施栽培等的相关研究较少。

套袋技术是我国目前水果生产中普遍采用的技术,在一定程度上改善了果实的外观和内在品质,大幅度降低了果实的农药残留量<sup>[10-11]</sup>,在我国水果生产中起到了重要作用,也成为我国水果生产中的一个研究热点<sup>[12]</sup>。黄保娜等<sup>[13]</sup>在研究套袋与采收期对“新红星”苹果品质的影响中发现,套袋果实体积、单果质量、果肉密度与未套袋之间无显著差异,但果实可溶性总糖、可溶性固形物含量和果实硬度均有所降低。郭东花等<sup>[14]</sup>在对“阿布白”桃果实香气成分的研究中发现,套袋提高了桃果实中醇类物质的含量,降低了酯类物质的含量;不同类型果袋处理后果实的特征性香气成分也存在差异,单层外黄内黑纸袋的内酯类物质含量较高,从而使果实的果香味更加丰富。

目前有关套袋对新疆野苹果果实品质的影响较少,该研究中以新疆天山地区选优获得的 5 个新疆野苹果优系为研究对象,测定了其果实未套袋和套单层纸袋处理后部分果实品质指标的差异,并利用顶空固相萃取和气象色谱-质谱联用技术对 5 个新疆野苹果优系的香气成分进行了定性和定量分析,以期探索套袋对新疆野苹果果实品质的影响,并为新疆野苹果资源的开发、利用提供指导。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

2011 年将从新疆天山地区收集的 600 个野生单株中选优得到 18 个新疆野苹果优系,在满城县苗圃场嫁接于 2 年生海棠(*Malus spectabilis*)砧木上。随机区组设计,3 次重复,正常水肥管理。2015 年,根据果实大小、果形、果皮色泽等指标,选优得到 5 个新疆野苹果优系(编号:M-1~M-5)。

### 1.2 试验方法

2016 年 5 月 27 日分别在 5 个新疆野苹果优

系中随机选择 3 株负载量、树相等类似的树,每株树分别设置套袋和不套袋处理,套袋材料为 150 mm×180 mm 外黄内黑单层纸袋。8 月 13 日摘袋,摘袋后 10 d 采收,采收时在试验树的东、西、南、北 4 个方位随机选取成熟度适宜,无病虫害和机械损伤、具有代表性的未套袋和套袋处理果实各 30 个,同种处理果实混匀,0~4 ℃贮藏运输,选择 10 个果实测定各项指标,重复 5 次。

### 1.3 项目测定

采用分析天平(梅特勒-托利多仪器有限公司)测定果实单果质量;采用游标卡尺测定果实横径、纵径,并计算果形指数(果形指数=纵径/横径);采用 PAL-1 型数显糖度计(日本 Atago 爱宕公司)测定果实可溶性固形物含量;采用 GMK-835F 型苹果酸度计(常州锐品精密仪器有限公司)测定果实酸度。

香气成分的萃取:采用顶空固相微萃取法,试验参考冯涛等<sup>[15]</sup>对新疆野苹果和栽培苹果香气成分的提取方法,并作修改。气相色谱质谱联用仪为 7890B-5977A 型气相色谱质谱联用仪(美国 Agilent 公司),50/30  $\mu\text{m}$  DVB/CAR/PDMS 萃取头。准确称取 3.5 g 新疆野苹果果肉,迅速切碎混匀并研磨成匀浆状,放入 20 mL 顶空瓶中,铝制瓶盖和硅橡胶垫密封。萃取前,将装有样品的顶空瓶置于 50 ℃水浴中预热平衡 10 min。然后将活化好的萃取头(50/30  $\mu\text{m}$  DVB/CAR/PDMS,270 ℃活化 30 min)插入样品瓶,推出纤维头,50 ℃萃取 40 min。

色谱条件:HP-innowax 毛细管色谱柱(60 m×0.25 mm×0.25  $\mu\text{m}$ )(美国 Agilent 公司);进样口温度 240 ℃;柱温:初始温度 50 ℃保持 2 min,以 7 ℃·min<sup>-1</sup>的速度升至 250 ℃保持 13 min。

质谱条件:载气 He,流速 1.45 mL·min<sup>-1</sup>,电离方式 EI,电子能量 70 eV,采集类型全扫描,扫描范围  $m/z=33\sim350$ ,辅助加热器温度 250 ℃;离子源为 230 ℃。

定性及定量分析:未知化合物质谱图与计算机检索图谱(NIST14)匹配,并结合人工图谱解析及资料分析。仅对匹配度 $\geq 80\%$ 的化合物进行统计。按峰面积归一化法求得各组分相对百分含量。

## 1.4 数据分析

根据测得果实香气的种类和相对含量,分别计算各优系在套袋和未套袋处理下的香气多样性指数,包括香气丰富度指数(反映香气物质的种类),Simpson 指数和 Shannon-Wiener 指数(反映香气物质的多样性),Pielou 均匀度指数和 Simpson 均匀度指数(反映香气物质的均匀度)等。其计算公式如下:丰富的指数:  $R = S$ ; Simpson 指数:  $D = 1 - \sum_{i=1}^S p_i^2$ ; Shannon-Wiener 指数:  $H = -\sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$ ; Pielou 均匀度指数:  $JH = H / \ln S$ ; Simpson 均匀性指数:  $JD = (1 - \sum_{i=1}^S p_i^2) / (1 - 1/S)$ 。式中:  $P_i$  为第  $i$  种香气成分含量占该优系所有香气成分含量的比例;  $S$  为测定优系含有的所有香气成分种类数。

采用 Excel 和 SPSS 19.0 软件对部分果实品质指标进行方差分析与显著性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 新疆野苹果优系部分果实品质指标分析

由表 1 可知,在未套袋处理条件和套袋处理条件下,5 个新疆野苹果优系果实在单果质量、可溶性固形物含量、酸度、果形指数等 4 个品质指标上均有显著性差异。套袋对 5 个新疆野苹果优系果实部分品质指标的影响有所差异,优系 M-3 未套袋果实单果质量为 58.75 g,显著高于套袋果实单果质量(47.87 g),其它优系单果质量未套袋果实与套袋果实间均没有显著性差异;优系 M-4 和 M-5 未套袋果实可溶性固形物含量(13.50%、13.62%)显著高于套袋果实(12.94%、12.02%),其它优系可溶性固形物含量未套袋果实与套袋果实间没有显著性差异;优系 M-2、M-3、M-4 和 M-5 未套袋果实酸度(0.47%、0.74%、0.64%、0.45%)均显著高于套袋果实(0.42%、0.67%、

表 1

套袋和未套袋新疆野苹果部分果实品质的比较

Table 1 Comparison of some quality indexes of bagging and unbagging *Malus sieversii* clones

指标 Index	处理 Treatment	优系 Clones				
		M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
单果质量	套袋	63.14±4.23Ab	38.96±6.09Ad	47.87±7.07Bc	21.37±5.18Ae	89.88±5.03Aa
Fruit mass/g	未套袋	64.03±8.38Ab	43.35±3.95Ac	58.75±4.05Ab	26.28±7.03Ad	97.20±10.79Aa
可溶性固形物含量	套袋	12.50±0.45Abc	14.08±0.50Aa	11.64±0.88Ad	12.94±0.37Bb	12.02±0.61Bcd
Soluble solids content/%	未套袋	12.86±0.38Aa	13.62±0.42Aa	11.96±0.81Ab	13.50±0.39Aa	13.62±0.71Aa
果实酸度	套袋	0.73±0.068Aa	0.42±0.036Bc	0.67±0.048Ba	0.52±0.060Bb	0.38±0.031Bc
Fruit acidity/%	未套袋	0.74±0.053Aa	0.47±0.018Ac	0.74±0.040Aa	0.64±0.056Ab	0.45±0.036Ac
果形指数	套袋	0.88±0.011Aab	0.92±0.043Aa	0.79±0.035Ac	0.77±0.030Ac	0.86±0.055Ab
Fruit shape index	未套袋	0.82±0.022Abc	0.91±0.036Aa	0.83±0.032Ab	0.78±0.048Ac	0.81±0.030Abc

注:表中大小写字母表示优系间差异,大写字母表示套袋与未套袋处理间差异( $P < 0.05$ )。

Note: The lowercase letters indicate significant differences between *Malus sieversii* clones and the capital letters indicate significant differences between bagging and unbagging in table ( $P < 0.05$ ).

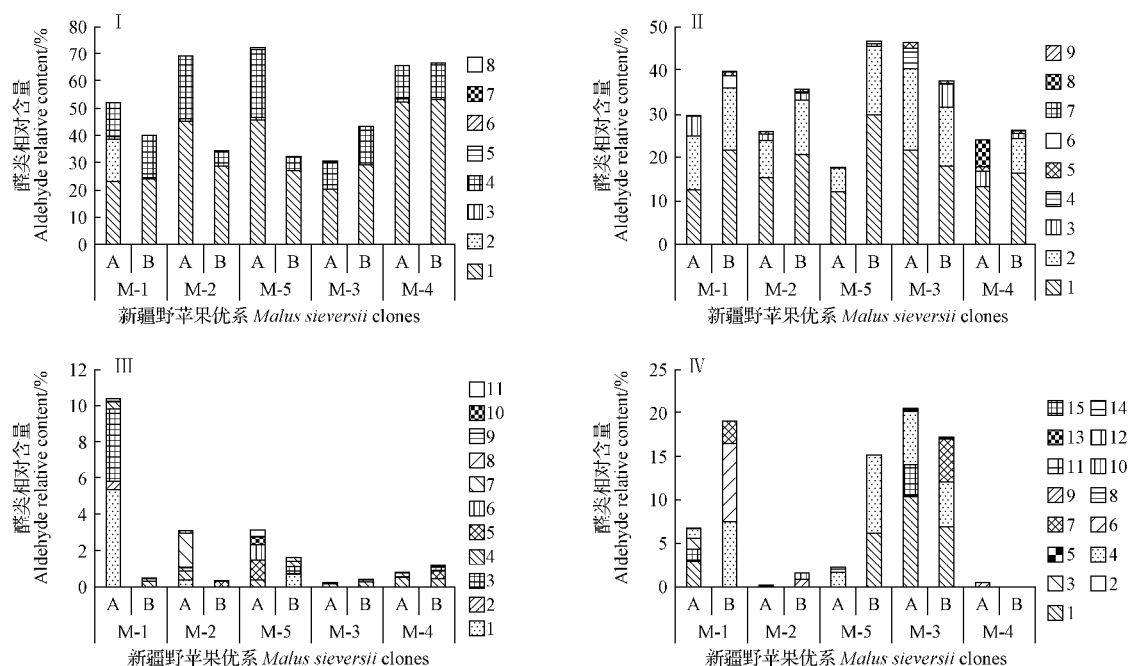
0.52%、0.38%),优系 M-1 酸度未套袋果实与套袋果实间没有显著性差异;5 个新疆野苹果优系果形指数未套袋果实与套袋果实间没有显著性差异。

### 2.2 套袋对新疆野苹果优系果实香气成分的影响

通过 NIST14 谱库检索,对 5 个新疆野苹果优系各处理的果实香气成分中匹配度  $\geq 80\%$  (NIST14 谱库检索)的 76 种香气成分进行统计。套袋和未套袋新疆野苹果果实香气成分均以醛

类、醇类、酸类和酯类为主。主要香气成分见图 1。

5 个新疆野苹果优系果实在套袋处理下醛类中的香气物质种类均呈下降趋势,优系 M-1、M-2、M-3、M-4、M-5 种类分别较未套袋条件下减少了 1、2、2、1、2 种;而套袋对醛类的相对含量影响并不一致,其中优系 M-1、M-2、M-5 在套袋处理下醛类中的香气物质相对含量分别减少了 11.84%、35.12%、40.20%,优系 M-3 和 M-4 在套袋处理下醛类中的香气物质相对含量分别增加



注: A, 未套袋; B, 套袋。I: 1, (E)-2-己烯醛; 2, (E)-3-己烯醛; 3, (E,E)-2,4-己二烯醛; 4, 己醛; 5, 苯甲醛; 6, 非醛; 7, 癸醛; 8, 5-羟甲基糠醛。II: 1, 1-己醇; 2, (E)-2-己烯-1-醇; 3, (E)-3-己烯-1-醇; 4, 3-己烯-1-醇; 5, 2-乙基-1-己醇; 6, 1-辛醇; 7, 苯乙醇; 8, (Z)-2-己烯-1-醇; 9, 1-十二烷醇。III: 1, 正十六烷酸; 2, 醋酸; 3, 棕榈油酸; 4, 己酸; 5, 十二烷酸; 6, 十四烷酸; 7, 油酸; 8, (Z,Z)-9,12-十八碳二烯酸; 9, 十三烷酸; 10, 苯甲酸; 11, 正癸酸。IV: 1, (E)-2-己烯-1-醇乙酸酯; 2, (E)-3-己烯-1-醇乙酸酯; 3, (E)-2-己烯-1-醇乙酸酯; 4, 乙酸己酯; 5, 五氟丙酸-十一烷基酯; 6, (Z)-2-己烯-1-醇乙酸酯; 7, (Z)-3-己烯-1-醇乙酸酯; 8, 2-己烯-1-醇乙酸酯; 9, (E)-丁酸-2-己烯基酯; 10, 丁酸己酯; 11, 十五氟辛酸辛酯; 12, 甲酸庚酯; 13, (Z)-丁酸-3-己烯基酯; 14, 2,2,4-三甲基-1,3-戊二醇二异丁酸酯; 15, Z-(13,14-环氧基)十四碳-11-烯-1-醇乙酸酯。

Note: A. Unbagging; B. Bagging. I 1. 2-Hexenal, (E)-; 2. 3-Hexenal, (E)-; 3. 2,4-Hexadienal, (E,E)-; 4. Hexanal; 5. Benzaldehyde; 6. Nonanal; 7. Decanal; 8. 5-Hydroxymethylfurfural. II 1. 1-Hexanol; 2. 2-Hexen-1-ol, (E)-; 3. 3-Hexen-1-ol, (E)-; 4. 3-Hexen-1-ol; 5. 2-ethyl-1-Hexanol; 6. 1-Octanol; 7. Phenylethyl alcohol; 8. 2-Hexen-1-ol, (Z)-; 9. 1-Dodecanol. III 1. n-Hexadecanoic acid; 2. Acetic acid; 3. Palmitoleic acid; 4. Hexanoic acid; 5. Dodecanoic acid; 6. Tetradecanoic acid; 7. Oleic Acid; 8. 9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-; 9. Tridecanoic acid; 10. Benzoic acid; 11. n-Decanoic acid. IV 1. 2-Hexen-1-ol, acetate, (E)-; 2. 3-Hexen-1-ol, acetate, (E)-; 3. 2-Hexen-1-ol, acetate, (E)-; 4. Acetic acid, hexyl ester; 5. Pentafluoropropionic acid, undecyl ester; 6. 2-Hexen-1-ol, acetate, (Z)-; 7. 3-Hexen-1-ol, acetate, (Z)-; 8. 2-Hexen-1-ol, acetate; 9. Butanoic acid, 2-hexenyl ester, (E)-; 10. Butanoic acid, hexyl ester; 11. Pentadecafluorooctanoic acid, octyl ester; 12. Formic acid, heptyl ester; 13. Butanoic acid, 3-hexenyl ester, (Z)-; 14. 2,2,4-Trimethyl-1,3-pentanediol diisobutyrate; 15. Z-(13,14-Epoxy)tetradec-11-en-1-ol acetate.

图 1 套袋和未套袋新疆野苹果果实主要香气成分比较

Fig. 1 Comparison of main aroma components of bagging and unbagging *Malus sieversii* clones

了 12.72% 和 1.11%。

5 个新疆野苹果优系果实在套袋处理下醇类中的香气物质种类均呈上升趋势, 优系 M-1、M-2、M-3、M-4、M-5 种类分别较未套袋条件下增加了 1、1、1、1、2 种; 而套袋对醇类的相对含量影响并不一致, 其中优系 M-1、M-2、M-4、M-5 在套袋处理下醇类中的香气物质相对含量分别增加了 9.95%、9.78%、2.25%、28.93%, 优系 M-3 在套

袋处理下醇类中的香气物质相对含量减少了 8.83%。

5 个新疆野苹果优系果实在套袋处理下酸类中香气物质的种类和相对含量变化不一致, 优系 M-1、M-2、M-5 在套袋处理下酸类中的香气物质种类分别减少了 2、4、1 种, 相对含量分别减少了 9.89%、2.78%、1.51%; 而优系 M-3 和 M-4 在套袋处理下酸类中的香气物质种类分别增加了 1、2

种,相对含量分别增加了 0.16%、0.44%。

5 个新疆野苹果优系果实在套袋处理下酯类中香气物质的种类和相对含量变化不一致,优系 M-1、M-4、M-5 在套袋处理下酯类中的香气物质种类分别减少了 2、1、1 种,优系 M-2 在套袋处理下酯类中的香气物质种类增加了 1 种,优系 M-3 在套袋和未套袋处理条件下酯类香气物质的种类相同;优系 M-1、M-2、M-5 在套袋处理下酯类中的香气物质相对含量分别增加了 12.38%、1.48%、12.87%,优系 M-3 和 M-4 套袋处理下酯类中的香气物质相对含量分别减少了 3.32%和 0.50%。

### 2.3 套袋对新疆野苹果优系果实香气成分多样性的影响

由图 2 可知,5 个新疆野苹果优系果实的香气成分丰富度(香气成分种类)在未套袋条件下丰富度指数为 22~28,套袋条件下丰富度指数为 18~27,套袋条件下丰富度指数差异较大;未套袋条件下果实的香气成分丰富度均高于套袋条件下的果实香气成分丰富度,表明套袋条件下 5 个新疆野苹果优系果实香气成分种类有降低的趋势。

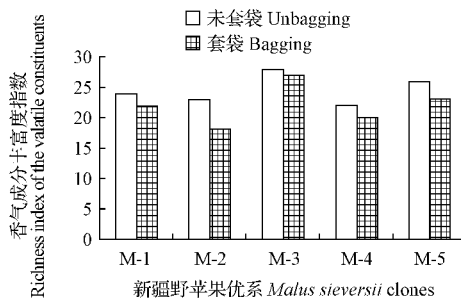


图 2 未套袋和套袋处理下新疆野苹果优系果实香气成分丰富度指数

Fig. 2 Richness index of aroma components of unbagging and bagging *Malus sieversii* clones

由图 3 可知,5 个新疆野苹果优系果实在未套袋和套袋处理下 Simpson 指数均无较大差异,而 Shannon-Wiener 指数有较大差异,尤其优系 M-1、M-2、M-5 受套袋处理影响较大,但影响不一致,优系 M-1 在未套袋处理下 Shannon-Wiener 指数较高,表明套袋有利于其果实香气物质的多样性,而优系 M-2 和 M-5 在套袋处理条件下

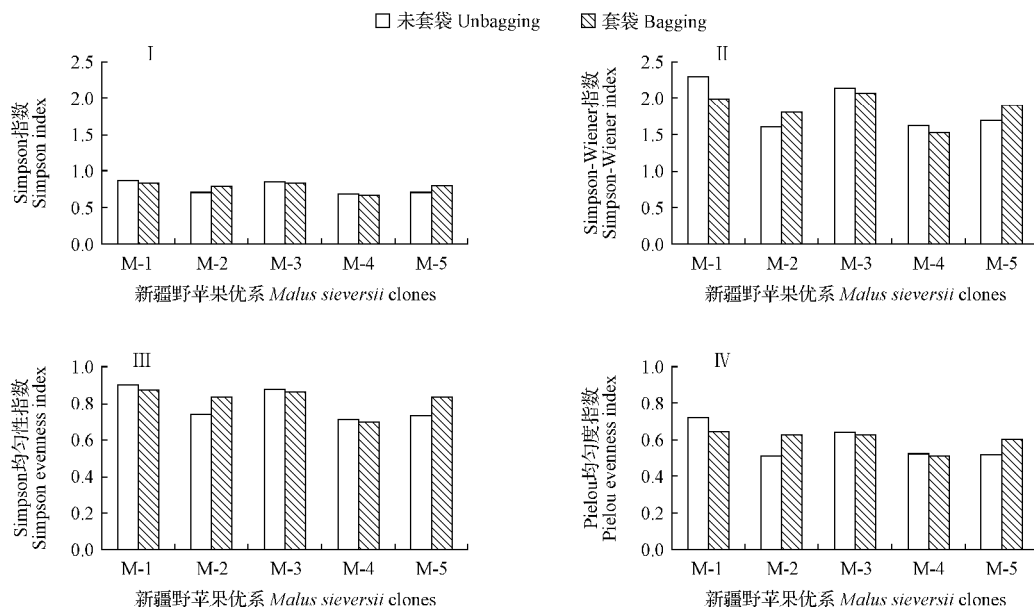


图 3 未套袋和套袋处理下新疆野苹果优系果实香气成分多样性指数和均匀度指数

Fig. 3 Species diversity and evenness index of aroma components of unbagging and bagging *Malus sieversii* clones

Shannon-Wiener 指数较高,表明套袋不利于其果实香气物质的多样性;5 个新疆野苹果优系果实未套袋和套袋处理下香气成分的 Simpson 均匀度指数和 Pielou 均匀度指数存在较大差异;优系 M-3 和 M-4 的 Simpson 均匀度指数和 Pielou 均匀度指数受套袋处理影响较小,优系 M-1、M-2、M-5 的 Simpson 均匀度指数和 Pielou 均匀度指数受套袋处理影响较大,但影响不一致,优系 M-1 在未套袋处理下 Simpson 均匀度指数和 Pielou 均匀度指数较高,说明套袋降低了其果实香气物质的均匀程度,而优系 M-2 和 M-5 在套袋处理条件下 Simpson 均匀度指数和 Pielou 均匀度指数较高,表明套袋降低了优系 M-1 果实香气物质的均匀程度,提高了优系 M-2 和 M-5 果实香气物质的均匀程度。

### 3 讨论

套袋通过改变苹果所处的微域环境包括光照、温度、湿度和氧气浓度等,从而对果实的外在品质和内在品质产生复杂的全方位的生理影响<sup>[16-17]</sup>,目前已成为一项流行于世的农业生产技术<sup>[18]</sup>,近年来在栽培苹果的果实生产上得到广泛应用,栽培苹果果实的部分品质指标也因此得到了提高,主要集中在改善果实外观品质、减少农药残留、防止病虫害等,可以有效提高果实的商品性<sup>[19-20]</sup>,同时也对果实的内在品质产生一定的不利影响,包括果面色泽难以达到该品种固有特征、果面色泽偏淡、果实内在品质降低等<sup>[10]</sup>。

该研究以 5 个新疆野苹果优系为试材,研究其在未套袋和套袋处理下部分果实品质的差异,套袋有降低单果质量、可溶性固形物含量(优系 M-2 升高)和酸度的趋势,其中部分优系套袋果实显著低于未套袋果实。这与前人<sup>[21-23]</sup>在“富士”等栽培苹果上的研究结果较为一致,究其原因,这可能是果实套袋后,果袋的遮光作用使果实基本不具备光合能力,不利于糖、酸类等物质的积累<sup>[23-24]</sup>,同时,套纸袋使果实所处环境也有一定影响,可能造成温度较高等问题,对细胞分裂旺盛的果实产生不利影响,也造成对碳水化合物等物质消耗的增加,这可能是导致糖、酸含量降低的原因<sup>[10]</sup>。该研究中,5 个新疆野苹果优系果形指数套袋果实与未套袋果实均没有显著性差异,这与

于文章等<sup>[23]</sup>和王少敏等<sup>[25]</sup>对“嘎啦”苹果和“红富士”苹果果实果形指数在套袋处理下的研究结果一致。

在该研究中,5 个新疆野苹果优系果实在套袋处理之后,香气丰富度均有一定程度的降低,表明套袋减少了 5 个新疆野苹果优系的香气成分的种类,这与李芳芳等<sup>[26]</sup>对库尔勒香梨果实及王少敏等<sup>[27]</sup>在“鸭梨”果实上的研究结论相一致,也与人们感官上感知的套袋果实风味偏淡一致。有研究表明<sup>[15]</sup>,苹果整体的香气不仅与香味物质含量有直接关系外,还与其种类多少有关,由于感官互作,香气成分种类多的品种整体香气更为强烈<sup>[15,28]</sup>,而种类较少的品种整体香气表现较弱,这可能是套袋使 5 个新疆野苹果果实风味变淡的原因。

根据朱国斌<sup>[29]</sup>的研究, $C_6$  和低碳的酯类、醛类和醇类化合物的前提主要使脂肪酸(亚油酸和亚麻酸)和支链氨基酸,该研究中新疆野苹果优系香气成分中这 3 类香气物质占有较大比重,因此,可以初步断定脂肪酸和支链氨基酸是 5 个新疆野苹果优系的重要前体物质。在该研究中,5 个新疆野苹果优系套袋处理果实主要香气成分的相对含量、多样性指数和均匀度指数同未套袋处理果实的消长规律并不一致,但总体上优系 M-1、M-2、M-5 表现较一致,均为醛类、酸类相对含量降低,醇类和酯类升高;优系 M-3 和 M-4 均表现为醛类和酸类升高。究其原因可能是由于以下几方面原因造成的:一是遗传基础的差异。新疆野苹果自身遗传资源比较丰富,出现多种基因型,不同个体所处环境条件的差异,造成受到环境选择压力不同,进而造成进化方向不同。王宪璞等<sup>[30]</sup>在对新疆野苹果果实若干性状的遗传多样性分析中发现,所调查新疆野苹果果实包括单果质量、可滴定酸含量、果实形状以及风味等在内的 20 个数值型性状和描述性性状表现出丰富的遗传多样性,主成分分析结果表明,新疆野苹果在果实大小及形态方面遗传多样性最为突出。二是新疆野苹果优系对套袋遮光处理的响应机制不同。杭洁等<sup>[31]</sup>在对酿酒葡萄品种“赤霞珠”和“蛇龙珠”香气成分的研究中发现,套袋遮光处理可抑制样品酿酒葡萄果实醇类物质的释放,促进醛类物质释放。套袋遮光处理提高了“赤霞珠”果实中萜烯类

含量,降低了“蛇龙珠”葡萄果实中萜烯类含量,遮光处理对不同品种的葡萄果实影响萜烯类合成途径有差异性。李慧峰等<sup>[12]</sup>对“寒富”苹果套袋处理后果实香气成分的影响研究中发现,套袋提高了果实中酯类物质的总含量,降低了醇类、醛类物质的总含量,而赵峰等<sup>[32]</sup>对“红富士”苹果套袋处理后果实香气成分的影响中发现,套袋使酯类和醇类物质均有不同程度地降低,分别相当于未套袋果的42.75%和82.98%,醛类为未套袋果的1.77倍,不同品种栽培苹果果实对套袋处理的响应并不一致。而新疆野苹果对套袋遮光处理的响应机制还有待进一步研究。三是果实的成熟程度。果实香气成分的形成受多种因素的影响,除去基因型的决定因素之外,还受到果实的成熟程度以及各种环境条件的影响,果实香气成分的产生是随着果实的成熟不断产生的,苹果属于呼吸跃变型果实,有研究表明,其绝大多数香气物质是在呼吸跃变开始之后产生的<sup>[33-35]</sup>。因此,无法比较准确的确定材料成熟程度也可能是造成套袋使新疆野苹果果实香气成分变化不一致的原因。新疆野苹果果实品质的研究在近年来已取得了较大进展<sup>[15,30,36]</sup>,但在新疆野苹果果实利用上仍有许多问题尚未得到解决。在研究深度上,应加强各果实品质指标形成的机理研究,尤其是与现代果实生产密切相关的设施栽培的研究,进一步加强对新疆野苹果种质资源的合理利用。

## 参考文献

- [1] 左力辉,张文林,邱彤,等.新疆野苹果叶形性状变异及其SSR标记关联分析[J].园艺学报,2015,42(4):759-768.
- [2] 高源,刘凤之,曹玉芬,等.苹果属种质资源亲缘关系的SSR分析[J].果树学报,2007,24(2):129-134.
- [3] 马衣努尔姑·吐地,张延辉,秦伟,等.新疆野苹果的不同种下类型染色体核型分析[J].中国农业科学,2016,49(8):1540-1549.
- [4] 张新忠,王忆,韩振海.我国苹果属(*Malus* Mill.)野生资源研究利用的现状分析[J].中国农业科技导报,2010,12(3):8-15.
- [5] 邢丽敏,槐心体,张新忠,等.苹果实生砧木资源重要性状的遗传多样性分析[J].果树学报,2013,30(4):516-525.
- [6] WANG A, ALDWINCKLE H, FORSLINE P, et al. EST contig-based SSR linkage maps for *Malus* × *domestica* cv Royal Gala and an apple scab resistant accession of *M. sieversii*, the progenitor species of domestic apple[J]. Molecular Breeding, 2012, 29(2):379-397.
- [7] 于玮玮,曹波,龙鸿,等.新疆野苹果幼苗对盐胁迫的生理响应[J].华北农学报,2016,31(1):170-174.
- [8] 李育农.苹果属植物种质资源研究[M].北京:中国农业出版社,2001:20-23.
- [9] 秦伟,肖运强,闫娟娟,等.新疆野苹果17个种下类型的果实和种子形态对比研究[J].新疆农业大学学报,2014,37(5):373-378.
- [10] 王武,邓烈,何绍兰.套袋对果实品质的影响综述[J].中国南方果树,2006,35(3):82-86.
- [11] SHARMA R R, PAL R K, ASREY R, et al. Pre-harvest fruit bagging influences fruit color and quality of apple cv. delicious[J]. Agricultural Sciences, 2013, 4(9):443-448.
- [12] 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.
- [13] 黄保娜,陈佰鸿,毛娟,等.套袋与采收期对‘新红星’苹果品质的影响[J].果树学报,2015,32(5):824-834.
- [14] 郭东花,范崇辉,李高潮,等.不同果袋对“阿布白”桃果实香气成分的影响[J].食品科学,2016,37(2):232-237.
- [15] 冯涛,陈学森,张艳敏,等.新疆野苹果与栽培苹果香气成分的比较[J].园艺学报,2006,33(6):1295-1298.
- [16] JU Z G, YUAN Y B, LIU C L, et al. Relationship among phenylalanine ammonia-lyase activity, simple phenol concentration and anthocyanin accumulation in apples[J]. Scientia Horticulture, 1995, 61:215-226.
- [17] 张建光,孙建设,刘玉芳,等.苹果套袋及除袋技术对果实微域温湿度及光照的影响[J].园艺学报,2005,32(4):673-676.
- [18] SHARMA R R, REDDY S V R, JHALEGAR M J. Pre-harvest fruit bagging: A useful approach for plant protection and improved post-harvest fruit quality[J]. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 2014, 89(2):101-113.
- [19] 王继源,冯娇,侯旭东,等.不同果袋对‘阳光玫瑰’葡萄香气组分及合成相关基因表达的影响[J].果树学报,2017,34(1):1-11.
- [20] FAN X T, MATTHEIS J P. Bagging Fuji apples during fruit development affects color development and storage quality[J]. Hort Science, 1998, 33(7):1235-1238.
- [21] 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):42-48.
- [22] 里程辉,刘志,王宏,等.不同套袋处理对‘岳幸’果实品质及着色的影响[J].中国农学通报,2013,29(25):179-183.
- [23] 于文章,倪伟,毛云飞,等.不同套袋处理对苹果品质的影响[J].北方园艺,2016(21):41-44.
- [24] 赵志磊,李保国,齐国辉,等.套袋对富士苹果果实品质影响的研究进展[J].河北林果研究,2003,18(1):81-86.
- [25] 王少敏,王忠友,赵红军,等.短枝型红富士苹果果实套袋技术比较试验[J].山东农业科学,1998(3):28-30.
- [26] 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.
- [27] 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.

- [28] BULT J H, SCHIFFERSTEIN H N, ROOZEN J P, et al. Sensory evaluation of character impact components in an apple model mixture[J]. *Chemical Senses*, 2002, 27(6): 485-494.
- [29] 朱国斌. 食品风味原理与技术[M]. 北京: 北京大学出版社, 1996: 139-145.
- [30] 王宪璞, 吴玉霞, 何天明. 新疆野苹果果实若干性状的遗传多样性分析[J]. *中国野生植物资源*, 2016, 35(1): 19-23.
- [31] 杭洁, 蒋玉梅, 李霁昕, 等. 遮光处理对转色至完熟期间“赤霞珠”和“蛇龙珠”葡萄果实品质的影响[J]. *食品科学*, 2016, 37(4): 272-279.
- [32] 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.
- [33] 也兰春, 孙建设, 黄瑞虹. 果实香气形成及其影响因素[J]. *植物学通报*, 2004, 21(5): 631-637.
- [34] YAHIA E M. Apple flavor[J]. *Hortric Rev*, 1994(16): 197-234.
- [35] BANGERTH F, STREIF J, SONG J, et al. Investigations into the physiology of volatile aroma production of apple fruits[J]. *Acta Hort*, 1998, 464: 189-194.
- [36] 闫鹏, 韩立群, 刁永强, 等. 新疆野苹果加工制汁适宜性评价研究[J]. *新疆农业科学*, 2016, 53(1): 135-141.

## Effect of Bagging on Fruit Quality of Five *Malus sieversii* Clones

YU Liyang<sup>1,2</sup>, ZUO Lihui<sup>1,2</sup>, XU Weihua<sup>3</sup>, MENG Qingxin<sup>4</sup>, ZHANG Jun<sup>1,2</sup>

(1. College of Forestry Science, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000; 2. Hebei Key Laboratory for Tree Genetic Resources and Forest Protection, Baoding, Hebei 071000; 3. Leping Agriculture and Animal Husbandry Bureau, Tangshan, Hebei 063600; 4. Luannan County Forestry Bureau, Tangshan, Hebei 063500)

**Abstract:** Five *Malus sieversii* clones were used as test materials, the effects of unbagging treatment on the quality indexes of them were studied. The results showed that, under the condition of unbagging and bagging, there were significant differences on fruit mass, soluble solids, acidity and fruit shape index of five *Malus sieversii* clones. Compared with the unbagging fruit, the bagging fruit had the tendency to decrease the quality of the fruit, the content of the soluble solid, the acidity, and some of quality indicators revealed a significant difference between bagging fruit and unbagging fruit. There was no significant difference in the fruit shape index between bagging and unbagging fruit. The effect of bagging on the aroma components of five *Malus sieversii* clones was not consistent. The relative contents of aldehydes and acids of M-1, M-2 and M-5 were decreased, the relative contents of alcohols and esters were increased. The relative contents of aldehydes and acids in M-3 and M-4 were increased and esters were decreased. The relative content of alcohols of M-3 decreased and the relative content of M-4 increased. The effect of bagging on the diversity of aroma components of five *Malus sieversii* clones was not consistent. The richness of aroma components of bagging fruit were decreased. The diversity index and evenness index of aroma components of M-3 and M-4 were less affected by bagging and M-1, M-2 and M-5 were obviously affected.

**Keywords:** *Malus sieversii*; bagging fruit; fruit quality