

几种苹果砧木的有性后代对“红富士”苹果果实糖酸含量的影响

史娟, 郭兴科, 张媛, 张学英, 李中勇, 徐继忠

(河北农业大学 园艺学院, 河北 保定 071001)

摘要:以“西府海棠”×“珠美海棠”、“西府海棠”×“P22”、“西府海棠”×“S19”杂交后代和“八棱海棠”实生后代嫁接的“红富士”苹果为试材,研究不同砧木有性后代对“红富士”苹果果实糖酸含量的影响。结果表明:同一杂交组合后代上嫁接的“红富士”苹果果实糖酸含量有较大分离,不同组合后代上嫁接的“红富士”苹果果实可溶性固形物、苹果酸含量及固酸比存在显著差异。

关键词:苹果砧木;杂交后代;“红富士”苹果;可溶性固形物;苹果酸

中图分类号:S 661.104⁺.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)21-0027-04

果实内在品质是影响苹果在国内外市场上竞争力的关键因素之一,随着苹果集约化生产的发展,人们除了通过对果树进行整形修剪、套袋、叶面喷肥等措施来改善果实品质外,也开始重视砧木对果实内在品质的影响。果实内在品质主要由糖、酸、香味物质、蛋白质、矿物质等因素构成^[1]。其中糖酸含量及糖酸比对果实风味品质有重要的影响^[2-3]。目前,不同砧木对果实糖酸含量的影响已有少量报道^[4-5],但不同砧木杂交后代对同一苹果品种糖酸含量的影响鲜见报道。该研究以几

种砧木有性后代嫁接的“红富士”为试材,对果实可溶性固形物、苹果酸含量及固酸比进行了测定和比较,探讨不同砧木有性后代对其上嫁接品种的果实糖酸含量的影响,以为砧木改良和苹果生产提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

2007年春季选配“西府海棠”×“珠美海棠”、“西府海棠”×“S19”和“西府海棠”×“P22”3个组合,2008年春季,播种杂交种子及“八棱海棠”自然授粉的种子。2009年移栽杂种实生苗至保定市顺平县试验园,株行距为0.75 m × 3.0 m,栽后即嫁接“红富士”品种。

1.2 试验方法

试验树所处立地条件及管理水平一致,分别于2012年10月19日和2013年10月15日每棵树采摘20个果实,运回实验室备用待测。

第一作者简介:史娟(1987-),女,硕士研究生,研究方向为果树栽培生理研究。E-mail:shijuan0416@126.com.

责任作者:徐继忠(1964-),男,博士,教授,现主要从事果树结实生理与分子生物学研究工作。E-mail:xjzhxw@126.com.

基金项目:河北省科技厅资助项目(14226307D);农业部公益性行业科研专项资助项目(201203075-05)。

收稿日期:2014-07-16

fruiting shoots of all varieties were concentrated in (1.00 ± 0.30) cm. ‘Rosario Bianco’ fruiting shoots were finer and concentrated below 1.10 cm, other varieties were concentrated in (1.00 ± 0.20) cm. Flower clusters of ‘Yellow Rose’ were smaller, most below 10 cm; those of ‘Rosario Bianco’ were larger, most above 12 cm, and those of ‘Xiangfei’ and ‘Zui Jinxiang’ were in the middle, most in (10.0 ± 0.30) cm. Fruit clusters of ‘Yellow Rose’ were smaller too and most were below 13 cm, those of other varieties were concentrated between 13—20 cm. Correlation analysis results showed that diameters of base fruiting shoots and fruiting shoots had no significant correlation among most varieties; there were a significant positive correlation between the diameters of fruiting shoots and the first flower clusters for the other varieties except ‘Rosario Bianco’, there were no significant correlation between the diameters of fruiting shoots and the first fruit clusters for the other varieties except ‘Xiangfei’, and there were significant positive correlation between the first flower clusters and the first fruit clusters for all varieties. These suggested robust fruiting shoots could occur bigger flower clusters and the flower cluster length before the blossom could forecast the length of fruit cluster.

Keywords: grape; base fruiting shoots; fruiting shoots; flower clusters; fruit clusters; quantitative distribution; correlation

1.3 项目测定

1.3.1 可溶性固形物含量测定 每个果实阴阳部位对称取样,果肉挤汁,用 PAL-1 型数显手持糖度计测定可溶性固形物含量。

1.3.2 苹果酸含量测定 取上述果肉汁液 0.3 mL,用 30 mL 超纯水稀释后,用 GMK-855F 型苹果酸度计测定果实苹果酸含量。

1.3.3 可滴定酸含量测定 选取 30 个测过苹果酸含量的果实,果肉阴阳部位对称取样,采用标准 NaOH 溶液滴定法测定可滴定酸含量^[6]。

1.4 数据分析

采用 DPS 和 Excel 2003 软件进行数据处理和统计分析。

2 结果与分析

2.1 苹果酸含量和可滴定酸含量的相关性分析

由表 1 可以看出,用 GMK-855F 型苹果酸度计测得的苹果酸含量与用 NaOH 滴定法测定的可滴定酸含量

之间存在极显著的正相关,相关系数为 0.814^{**},表明用苹果酸度计测得的苹果酸含量可以代表果实可滴定酸含量。

2.2 果实可溶性固形物含量及分布

2.2.1 果实可溶性固形物含量 表 2 表明,以不同杂交组合有性后代为砧木嫁接的“红富士”苹果,杂交组合间的果实可溶性固形物含量不同。以“八棱海棠”实生后代为砧木嫁接的植株,果实固形物含量最低,2 年均值为 12.93%,以“西府海棠”×“S19”杂交后代嫁接的“红富士”果实固形物含量最高,2 年均值为 13.72%,其它组合介于二者之间。2012 年,各组合间的果实固形物含量无显著差异。2013 年,以“西府海棠”×“珠美海棠”、“西府海棠”×“S19”和“西府海棠”×“P22”3 个杂交组合后代为砧木的果实可溶性固形物含量均显著高于以“八棱海棠”实生后代为砧木的果实可溶性固形物含量,但 3 个杂交组合间差异不显著。

表 1

同种果实的苹果酸含量和可滴定酸含量

Table 1

The content of malic acid and titration acid of the same apple

| 编号 Number | 苹果酸含量 Malic acid content/% | 可滴定酸含量 Titratable acid content/% | 编号 Number | 苹果酸含量 Malic acid content/% | 可滴定酸含量 Titratable acid content/% |
|--------------|-------------------------------|-------------------------------------|--------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | 0.34 | 0.35 | 16 | 0.48 | 0.55 |
| 2 | 0.44 | 0.43 | 17 | 0.37 | 0.32 |
| 3 | 0.51 | 0.55 | 18 | 0.34 | 0.24 |
| 4 | 0.49 | 0.41 | 19 | 0.37 | 0.29 |
| 5 | 0.48 | 0.41 | 20 | 0.40 | 0.33 |
| 6 | 0.46 | 0.42 | 21 | 0.58 | 0.54 |
| 7 | 0.44 | 0.37 | 22 | 0.32 | 0.38 |
| 8 | 0.56 | 0.55 | 23 | 0.42 | 0.37 |
| 9 | 0.55 | 0.57 | 24 | 0.30 | 0.28 |
| 10 | 0.65 | 0.60 | 25 | 0.43 | 0.53 |
| 11 | 0.45 | 0.41 | 26 | 0.33 | 0.30 |
| 12 | 0.49 | 0.37 | 27 | 0.42 | 0.32 |
| 13 | 0.46 | 0.43 | 28 | 0.42 | 0.53 |
| 14 | 0.51 | 0.47 | 29 | 0.37 | 0.30 |
| 15 | 0.46 | 0.42 | 30 | 0.42 | 0.33 |

表 2

不同组合有性后代为砧木对品种果实糖酸含量的影响

Table 2

The effect of sexual progenies of different rootstocks on sugar and acid content in fruits

| 砧木组合 Combination stock | 结果株数 Fruitage plant | | 可溶性固形物含量平均值 Average of soluble solids content/% | | 变异系数 CV/% | | 苹果酸含量平均值 Average of malic acid content/% | | 变异系数 CV/% | | 固酸比平均值 Average of solids to acid | |
|---------------------------|------------------------|------|--|-------------|--------------|-------|---|------------|--------------|-------|-------------------------------------|--------------|
| | 2012 | 2013 | 2012 | 2013 | 2012 | 2013 | 2012 | 2013 | 2012 | 2013 | 2012 | 2013 |
| “西府海棠”×“珠美海棠” | 16 | 25 | 13.24±0.85a | 13.81±1.41a | 6.20 | 8.03 | 0.28±0.04a | 0.39±0.05a | 14.81 | 12.50 | 47.70±4.10a | 35.23±2.37c |
| “西府海棠”×“S19” | 39 | 40 | 13.31±1.00a | 14.13±0.98a | 7.79 | 6.33 | 0.27±0.05a | 0.37±0.06a | 26.92 | 15.38 | 48.98±4.07a | 37.85±6.71b |
| “八棱海棠”后代 | 12 | 5 | 12.99±1.18a | 12.86±1.31b | 5.15 | 3.34 | 0.26±0.03a | 0.32±0.02b | 10.71 | 6.06 | 49.15±4.30a | 39.93±2.10a |
| “西府海棠”×“P22” | 23 | 26 | 13.28±1.73a | 13.82±1.41a | 10.78 | 10.31 | 0.27±0.05a | 0.39±0.05a | 14.81 | 15.38 | 50.44±3.18a | 37.85±2.52bc |

注:方差分析显著性测验采用 LSR 法多重比较,小写字母表示 0.05 的差异显著水平。

Note: The method of variance analysis and significance test adopt LSR multiple comparison, lowercase letters show significant difference at 0.05 level.

2.2.2 可溶性固形物含量分布 由表 3 可以看出,不同砧木杂交组合后代嫁接的“红富士”,果实可溶性固形物含量出现不同程度的分离,且分布范围差异较大。2012 年,以“西府海棠”×“P22”杂交后代为砧木嫁接的“红富士”果实固形物含量分布范围最广,波动于 9.00%~

15.99%,其余 2 个组合可溶性固形物含量分布范围相对较窄。2013 年结果显示类似规律。该试验中,各杂交组合后代嫁接的“红富士”果实可溶性固形物含量集中波动于 12.00%~14.99%。以“西府海棠”×“珠美海棠”和“西府海棠”×“P22”杂交后代为砧木的“红富士”果实可

溶性固形物含量连续 2 年在 13.00%~13.99% 的植株所占比例最大;而以“西府海棠”×“S19”杂交后代为砧木的“红富士”2012 年果实可溶性固形物含量波动于 12.00%~12.99% 的植株所占比例最大,2013 年在 13.00%~13.99% 范围内的植株所占比例最大。由表 2

表 3 不同杂交组合后代为砧木的果实可溶性固形物含量分布

Table 3 Frequency of fruit soluble solid content for apples on different combination offspring

| 组合 Combination | 年份 Year | 结果株数 Fruitage plants | 果实可溶性固形物分布频率 Frequency of fruit soluble solid content/% | | | | | | | | |
|-------------------|------------|-------------------------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | | 9.00~9.99 | 10.00~10.99 | 11.00~11.99 | 12.00~12.99 | 13.00~13.99 | 14.00~14.99 | 15.00~15.99 | 16.00~16.99 | 17.00~17.99 |
| “西府海棠”×“珠美海棠” | 2012 | 16 | — | — | 6.25(1) | 18.75(3) | 43.75(7) | 31.25(5) | — | — | — |
| | 2013 | 27 | — | 3.70(1) | 3.70(1) | 25.93(7) | 33.33(9) | 25.93(7) | 7.41(2) | — | — |
| “西府海棠”×“S19” | 2012 | 42 | — | — | 14.29(6) | 47.62(20) | 21.43(9) | 9.52(4) | 4.76(2) | 2.38(1) | — |
| | 2013 | 39 | — | — | 5.13(2) | 5.13(2) | 30.78(12) | 46.15(18) | 12.82(5) | — | — |
| “西府海棠”×“P22” | 2012 | 27 | 3.70(1) | 3.70(1) | 7.41(2) | 18.53(5) | 48.15(13) | 14.81(4) | 3.70(1) | — | — |
| | 2013 | 27 | — | — | 3.70(1) | 25.93(7) | 25.93(7) | 22.23(6) | 14.81(4) | 3.70(1) | 3.70(1) |

注:括号内数字是株数。下同。

Note: The figures in the brackets are the number of hybrids. The same below.

2.3 果实苹果酸含量及分布

2.3.1 苹果酸含量 由表 2 可以看出,不同砧木有性后代嫁接的“红富士”不同组合之间果实苹果酸含量不同。以“西府海棠”×“珠美海棠”杂交后代为砧木的品种果实苹果酸含量最大,2 年均值为 0.34%,以“八棱海棠”实生后代为砧木的组合果实苹果酸含量最低,2 年均值为 0.29%。2012 年,各组合间苹果酸含量差异不显著。2013 年,以“西府海棠”×“珠美海棠”、“西府海棠”×“S19”和“西府海棠”×“P22”杂交后代为砧木嫁接的“红富士”其果实苹果酸含量显著高于以“八棱海棠”实生后代为砧木的。

2.3.2 苹果酸含量分布 由表 4 可以看出,以不同砧木杂交后代嫁接的“红富士”果实苹果酸含量出现不同程度的分离,且分布范围有一定的差异。2012 年,以“西府海棠”×“S19”杂交后代为砧木嫁接的“红富士”果实苹果酸含量分布范围最广,为 0.16%~0.51%;以“西府海

棠”×“P22”杂交后代为砧木嫁接的“红富士”果实可溶性固形物含量变异系数较大,2 年均值为 10.55。说明该组合中各植株间的果实可溶性固形物含量变化较大,选择出提高嫁接品种果实可溶性固形物含量的砧木几率较大。

棠”×“珠美海棠”后代为砧木的组合,果实苹果酸含量分布范围最窄,为 0.19%~0.34%。2013 年,以“西府海棠”×“S19”后代为砧木的组合,果实苹果酸含量分布范围最广,为 0.25%~0.51%;以“西府海棠”×“P22”后代为砧木的组合苹果酸含量分布范围最窄,为 0.30%~0.52%。2012 年,不同砧木杂交组合后代嫁接的“红富士”果实苹果酸含量在 0.20%~0.29% 范围内的植株数量占总株数的比例最大。2013 年,各砧木杂交组合后代嫁接的“红富士”果实苹果酸含量在 0.35%~0.44% 范围内的植株数量占总株数的比例最大。由表 2 可以看出,各组合后代嫁接的“红富士”果实中,以“西府海棠”×“S19”杂交后代为砧木的果实苹果酸含量变异系数最大,2 年均值为 21.15。说明以该杂交后代为砧木嫁接的“红富士”苹果酸含量差异较大,从中选择出能提高嫁接品种苹果酸含量或降低嫁接品种苹果酸含量的砧木几率较大。

表 4 不同组合后代为砧木的果实苹果酸含量分布

Table 4 Frequency of fruit malic acid content for apples on different combination offspring

| 组合 Combination | 年份 Year | 结果株数 Fruitage plants | 苹果酸含量分布频率 Frequency of fruit malic acid content/% | | | | | | | |
|-------------------|------------|-------------------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| | | | <0.20 | 0.20~0.24 | 0.25~0.29 | 0.30~0.34 | 0.35~0.39 | 0.40~0.44 | 0.45~0.49 | ≥0.50 |
| “西府海棠”×“珠美海棠” | 2012 | 16 | 6.25(1) | 25.00(4) | 43.75(7) | 25.00(4) | — | — | — | — |
| | 2013 | 27 | — | — | 3.70(1) | 18.52(5) | 37.04(10) | 18.52(5) | 7.41(2) | 11.11(3) |
| “西府海棠”×“S19” | 2012 | 42 | 2.38(1) | 33.33(14) | 40.48(17) | 11.9(5) | 4.76(2) | 4.76(2) | — | 2.38(1) |
| | 2013 | 39 | — | — | 10.26(4) | 12.82(5) | 30.77(12) | 28.21(11) | 15.38(6) | 2.56(1) |
| “西府海棠”×“P22” | 2012 | 27 | 3.70(1) | 29.63(8) | 48.15(13) | 14.81(4) | — | 3.70(1) | — | — |
| | 2013 | 27 | — | — | — | 18.52(5) | 40.74(11) | 14.81(4) | 22.22(6) | 3.70(1) |

2.4 固酸比

固酸比即可溶性固形物含量与苹果酸含量的比值。由表 2 可以看出,该试验中,2012 年,不同杂交组合有性后代嫁接的“红富士”果实各组合之间果实固酸比无显著差异。2013 年,以“八棱海棠”实生后代为砧木嫁接的“红富士”果实固酸比显著高于其它 3 个组合,“西府海

棠”×“S19”杂交后代嫁接的“红富士”果实固酸比显著高于“西府海棠”×“珠美海棠”的杂交组合。同一有性后代嫁接的“红富士”果实 2 年的固酸比差异较大,可能与不同年份测定的果实固形物和苹果酸含量不同有关。

3 讨论与结论

关于砧木对嫁接品种的糖酸含量的影响,淳长品

等^[7]在锦橙果实上研究表明,不同砧木对锦橙果实糖酸含量影响不同。位英等^[8]以3种砧木嫁接的冬瓜枣为试材,认为不同砧木对果实可溶性固形物含量的影响有显著差异。该研究表明,以“西府海棠”×“S19”杂交后代为砧木的“红富士”果实可溶性固形物含量最高,以“西府海棠”×“珠美海棠”杂交后代为砧木的组合果实苹果酸含量最大。通过计算其相应的果实固酸比分析,以“西府海棠”×“S19”杂交后代为砧木的显著高于“西府海棠”×“珠美海棠”杂交组合。“八棱海棠”实生后代嫁接的“红富士”果实可溶性固形物和苹果酸含量显著低于其它3个砧木组合,但其果实固酸比显著高于其它砧木组合,这是由于果实内可溶性固形物含量和苹果酸含量同时降低所致。因此,不同砧木有性后代对其上嫁接的“红富士”果实的可溶性固形物、苹果酸含量及固酸比的影响不同。关于砧木对嫁接品种造成影响的原因,王海宁等^[9]认为砧木通过根系的吸收和合成来影响接穗,不同砧木根系吸收利用养分的能力不同,因此对地上部接穗的影响不同。张建光等^[10]认为,砧木影响嫁接的植株叶片光合效率,从而影响叶片转移到果实中的光合产物的含量。蔡石勋等^[11]认为不同类型的苹果砧木对接穗叶结构的影响不同,从而使果实含糖量和含酸量发生变化。此外,果实发育过程中,糖酸含量的变化与其相关代谢酶的活性有关^[12-13],不同砧木有性后代对“红富士”果实糖酸代谢的影响机理有待于进一步研究。

该试验中不同砧木杂交后代嫁接的“红富士”果实的可溶性固形物和苹果酸含量出现不同程度的分离。2012年,以“西府海棠”×“S19”杂交后代为砧木嫁接的“红富士”果实可溶性固形物含量在12.00%~12.99%范围内的植株所占比例最大,2013年,果实可溶性固形物含量在13.00%~13.99%范围内的植株所占比例最大。连续2年测定表明,不同砧木嫁接组合果实苹果酸

含量分别在0.20%~0.29%和0.35%~0.44%范围内的植株数量占总株数的比例最大。不同年份嫁接品种的果实可溶性固形物和苹果酸含量分布范围存在差异,可能与不同年份的降水、温度等气候条件及管理上的差异有关^[14]。

参考文献

- [1] 王海波,陈学森,辛培刚,等.几个早熟苹果品种果实糖酸组分及风味品质的评价[J].果树学报,2007,24(4):513-516.
- [2] 李宝江,林桂荣,崔宽,等.苹果糖酸含量与果实品质的关系[J].沈阳农业大学学报,1994,25(3):279-283.
- [3] 贾定贤,米文广,杨儒琳,等.苹果品种果实糖、酸含量的分级标准与风味的关系[J].园艺学报,1991,18(1):9-14.
- [4] 刘国荣,陈海江,徐继忠,等.矮化中间砧对“红富士”苹果果实品质的影响[J].河北农业大学学报,2007,30(4):24-26.
- [5] 解贝贝,戴洪义,沙广利,等.4种砧木对富士苹果果实大小和品质的影响[J].山东农业科学,2013,45(11):33-36.
- [6] 全月澳,周厚基.果树营养诊断法[M].北京:农业出版社,1982:113-120.
- [7] 淳长品,彭良志,雷霆,等.不同柑橘砧木对锦橙果实品质的影响[J].园艺学报,2010,37(6):991-996.
- [8] 位英,李娜,杨军,等.3种砧木对冬瓜枣生长结果特性及果实品质的影响[J].安徽农业大学学报,2013,40(4):690-694.
- [9] 王海宁,葛顺峰,姜远茂,等.不同砧木嫁接的富士苹果幼树¹³C和¹⁵N分配利用特性比较[J].园艺学报,2013,40(4):733-738.
- [10] 张建光,刘玉芳,施瑞德.不同砧木上苹果品种光合特性比较研究[J].河北农业大学学报,2004,27(9):31-33,40.
- [11] 蔡石勋,叶秀芬,龚由澜.几种砧木和金冠苹果接穗组合对叶结构及果实含糖量影响的初探[J].山西农业大学学报,1983,3(2):42-47.
- [12] 郭燕.几个苹果品种果实糖酸含量及糖代谢相关酶活性变化研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2012.
- [13] 姚玉新,李明,由春香,等.苹果果实中苹果酸代谢关键酶与苹果酸和可溶性糖积累的关系[J].园艺学报,2010,37(1):1-8.
- [14] 王力荣,朱更瑞,方伟超.桃(*Prunus persica* L.)种质资源果实数量性状评价指标探讨[J].园艺学报,2005,32(1):1-5.

Effect of Sexual Progenies of Different Rootstocks on Sugar and Acid Content in Grafted ‘Red Fuji’ Apple

SHI Juan, GUO Xing-ke, ZHANG Yuan, ZHANG Xue-ying, LI Zhong-yong, XU Ji-zhong
(College of Horticulture, Hebei Agricultural University, Baoding, Hebei 071001)

Abstract: Taking ‘Red Fuji’ apple which grafted on hybrid progeny of ‘*Malus micromalus*’ × ‘*Malus zumi*’, ‘*M. micromalus*’ × ‘P22’ and ‘*M. micromalus*’ × ‘S19’ and seedling progeny of ‘*Malus robusta* Rehd’ as materials, to study the effect of sexual progenies of different rootstocks on sugar and acid content in fruits. The results showed that there was greater separation on sugar and acid content in ‘Red Fuji’ apple grafted on hybrid offsprings of the same hybridized combination. Significant differences existed in soluble solid content, malic acid content and TSS-Acid ratio in ‘Red Fuji’ apple grafted on hybrid offsprings of different hybridized combinations.

Keywords: apple rootstock; hybrid progeny; ‘Red Fuji’ apple; soluble solid; malic acid