

六种无融合生殖砧木对‘嘎拉’苹果果实大小和品质的影响

解贝贝¹, 沙广利², 戴洪义², 王芝云², 张玉刚¹, 祝军¹

(1. 青岛农业大学 园艺学院, 山东 青岛 266109; 2. 青岛市农业科学研究院, 山东 青岛 266100)

摘 要:以 6 种无融合生殖砧木(‘C3’、‘B2’、‘B1’、‘A1d’、‘A1’、‘平邑甜茶’(对照))嫁接的‘嘎拉’苹果为试材, 于 2011~2012 年, 连续 2 a 测定了其果实大小和品质的相关指标。结果表明: 不同指标因年份不同有所差异; 5 种新砧木品系中, 连续 2 a 都表现了一致规律的有: ‘C3’的单果质量均最大, ‘A1d’的可滴定酸含量均最高, ‘A1d’的果实硬度、‘C3’和‘B2’可溶性固形物均显著高于对照, ‘A1’和‘A1d’类黄酮含量均高于对照, ‘B1’类黄酮含量均低于对照; 5 种砧木的果形指数和维生素 C 含量在 2011 年与对照相比均无显著差异, 在 2012 年均以对照最高。

关键词:苹果; 果实; 砧木; 品质

中图分类号:S 661.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)17-0023-03

栽培苹果树的树体通常由接穗和砧木组成。不同砧木对环境条件的适应性和对接穗品种的果实产量和品质的影响不同^[1-6]。选育优良的砧木品种对于改进苹果栽培模式, 提高产量和改善品质具有重要意义。平邑甜茶是一种常用的苹果砧木(*Malus hupehensis*), 有无融合生殖的特性, 其实生后代整齐度高。1997 年, 青岛市农业科学研究院用 γ 射线辐射平邑甜茶种子, 对其后代进行选择, 获得 7 个矮生突变体^[7], 对其进一步评价发现‘C3’、‘B2’、‘B1’、‘A1d’、‘A1’具有无融合生殖和矮生特性, 从 2003 年开始以‘平邑甜茶’砧木为对照, 进行砧木特性评价, 嫁接了‘嘎拉’(Gala)苹果品种。该试验研究了 6 种砧木对接穗品种‘嘎拉’的果实单果重、硬度、果形指数、可溶性固形物含量、可滴定酸含量、维生素 C 含量和类黄酮含量等品质指标的影响, 以期苹果生产中选择优良砧木提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试苹果采自青岛农业科学研究院果树所试验园。供试砧木分别为‘C3’、‘B2’、‘B1’、‘A1d’、‘A1’及对照‘平

邑甜茶’, 接穗品种为‘Gala’, 2003 年嫁接, 2004 年定植。单株小区, 重复 6 次, 随机区组排列。试验地土壤为棕壤沙土, 果园常规管理。分别于 2011 年 9 月和 2012 年 9 月果实成熟时采收果实进行评价。

1.2 试验方法

1.2.1 果实外部品质的测定 随机取 10 个果实用于测量果实纵径、横径、硬度与单果重, 根据纵径与横径计算果形指数, 利用 GY-1 型硬度计测定果实硬度。

1.2.2 可溶性固形物含量及可滴定酸含量的测定 用 NAR-3T 阿贝折射仪进行可溶性固形物含量的测定, 测试温度 20℃; 可滴定酸含量参照 GB12293-90, 用 DL 全自动电位滴定仪测定, 根据测定结果计算糖酸比。

1.2.3 维生素 C 含量的测定 参考中华人民共和国药典法, 采用碘量滴定法测定维生素 C 的含量^[8]。

1.2.4 类黄酮含量的提取与测定 采用四分法取样, 将果实切碎后, 经液氮速冻后于 -70℃ 超低温冰箱冷冻保存, 用于果实类黄酮含量测定。类黄酮的提取^[9]: 提取温度 60℃、提取时间 20 min、乙醇体积分数 60%、料液比 1:25 g/mL。用 NaNO_2 - $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ -NaOH 体系络合化学吸光法测定^[10]。

1.3 数据分析

试验数据采用 DPS 统计软件进行多重比较分析。

2 结果与分析

2.1 不同砧木对‘嘎拉’苹果单果重、果实硬度和果形指数的影响

由表 1 可以看出, 2011 年, 不同砧木上的‘嘎拉’(‘Gala’)苹果果实单果重在 205.85~234.80 g。以砧木

第一作者简介:解贝贝(1987-), 女, 硕士研究生, 研究方向为果树育种与生物技术。E-mail: weimei0621@126.com.

责任作者:戴洪义(1956-), 男, 教授, 博士生导师, 现主要从事果树育种与生物技术等研究工作。

基金项目:国家现代苹果产业技术体系资助项目(CARS-28); 国家农业公益性行业科研专项资助项目(201203075-03); 山东省农业良种产业化工程专项资金资助项目。

收稿日期:2013-04-10

‘C3’、‘B2’上的单果重较大,但与‘B1’和‘A1’上的没有显著差异,与‘A1d’和‘平邑甜茶’上的单果重有显著差异,单果重最小的是‘Gala/平邑甜茶’。2012年,不同砧木上的‘Gala’苹果果实单果重在163.66~184.52 g,明显小于2011年的果实。果实较大的依次为‘Gala/C3’、‘B1’、‘B2’、‘平邑甜茶’,显著最小的是‘Gala/A1’,‘Gala/A1’与‘Gala/A1d’的单果重差异不显著。

2011年,不同砧木的‘Gala’苹果果实硬度在10.38~11.99 kg/cm²。砧木‘C3’、‘B2’、‘B1’的‘Gala’果实硬度较高,与‘A1d’差异性不显著,但显著高于‘A1’

表 1

不同砧木对‘嘎拉’果实单果重、硬度及果形指数的影响

Table 1 The effect of different rootstocks on the weight, firmness and shape index of fruit(2011 and 2012)

砧穗组合 Stock-scion	单果重 Fruit weight/g		硬度 Firmness/kg·cm ⁻²		果形指数 Fruit shape index	
	2011 年	2012 年	2011 年	2012 年	2011 年	2012 年
‘Gala/C3’	234.80±4.36a	184.52±5.72a	11.95±1.56a	11.41±0.84c	0.85±0.70ab	0.83±0.029ab
‘Gala/B2’	230.54±4.46a	180.25±2.54a	11.85±1.35a	11.75±1.24c	0.85±0.042ab	0.82±0.025b
‘Gala/B1’	223.79±4.43ab	182.04±3.41a	11.99±1.06a	10.60±0.81d	0.83±0.026b	0.84±0.045ab
‘Gala/A1d’	212.17±3.32bc	172.79±5.51ab	11.06±1.79ab	13.28±1.29a	0.85±0.031ab	0.81±0.093b
‘Gala/A1’	221.93±4.09ab	163.66±3.48b	10.38±1.03b	12.52±1.29b	0.87±0.050a	0.81±0.031b
‘Gala/平邑甜茶’	205.85±5.28c	177.62±3.38a	10.92±1.46b	11.53±1.28c	0.86±0.027ab	0.85±0.055a

注:不同小写字母表示 Duncan’s 新复极差检验 5%显著水平。以下同。

Note: Different small letters indicate significant difference at $\alpha = 0.05$ by Duncan’s test. The same below.

2.2 不同砧木对‘嘎拉’苹果果实可溶性固形物含量和可滴定酸含量的影响

由表 2 可以看出,2011 年,不同砧木上的‘Gala’果实的可溶性固形物含量在 11.13%~13.67%,以‘Gala/A1d’的含量最高(13.67%),显著高于其它 5 种砧木,其余含量依次为:‘Gala/B2’>‘Gala/A1’>‘Gala/B1’>‘Gala/C3’上的,‘Gala/平邑甜茶’最低。2012 年,可溶性固形物含量在 11.30%~12.93%,‘Gala/C3’和‘Gala/平邑甜茶’高于 2011 年,其它组合均有所下降,含量大小依次为:‘Gala/C3’>‘Gala/B2’>‘Gala/A1d’>‘Gala/平邑甜茶’>‘Gala/B1’>‘Gala/A1’。

表 2 不同砧木对‘嘎拉’果实可溶性固形物含量和可滴定酸含量的影响

Table 2 The effect of different rootstocks on the soluble sugar and titratable acid contents of fruit(2011 and 2012)

砧穗组合 Stock-scion	可溶性固形物含量 Soluble sugar content/%		可滴定酸含量 Titratable acid content/%	
	2011 年	2012 年	2011 年	2012 年
‘Gala/C3’	11.40±0.10cd	12.93±0.12a	0.18±0.009e	0.37±0.05b
‘Gala/B2’	12.83±0.12b	11.77±0.058b	0.34±0.006b	0.29±0.06c
‘Gala/B1’	11.53±0.25c	11.47±0.17de	0.22±0.019d	0.26±0.08e
‘Gala/A1d’	13.67±0.21a	11.67±0.19bc	0.41±0.006a	0.47±0.013a
‘Gala/A1’	12.80±0.26b	11.30±0.20e	0.28±0.008c	0.29±0.09c
‘Gala/平邑甜茶’	11.13±0.23d	11.56±0.22cd	0.21±0.023e	0.27±0.015d

2011 年,不同砧木上的‘Gala’果实可滴定酸含量在 0.18%~0.41%,‘Gala/A1d’最高,其余依次为‘Gala/B2’>‘Gala/A1’>‘Gala/B1’>‘Gala/平邑甜茶’>

和‘平邑甜茶’。2012 年,不同砧木的‘Gala’苹果果实硬度在 10.60~13.28 kg/cm² 之间,以‘Gala/A1d’最高,其次是‘Gala/A1’,均显著高于其它砧木,‘Gala/B1’最低,与其它砧木间硬度差异显著。

2011 年,不同砧木上果实的果形指数在 0.83~0.87,5 种砧木与对照相比差异均不显著。2012 年,果形指数在 0.81~0.85,除了‘Gala/B1’略高于 2011 年之外,其它均略低于 2011 年。对照‘Gala/平邑甜茶’的果形指数最大,显著高于‘Gala/B2’、‘Gala/A1d’和‘Gala/A1’,但与‘Gala/B1’和‘Gala/C3’差异不显著。

‘Gala/C3’,除‘Gala/平邑甜茶’和‘Gala/C3’之间差异不显著外,其它砧木之间均差异显著。2012 年可滴定酸含量在 0.26%~0.47%,除‘Gala/B2’外,其余均高于 2011 年,不同砧木之间均差异显著,最高的是‘Gala/A1d’,最低的是‘Gala/B1’。

2.3 不同砧木对‘嘎拉’苹果果实维生素 C 含量和类黄酮含量的影响

由表 3 可以看出,2011 年,不同砧木上‘Gala’果实的维生素 C 含量在 2.90~3.25 mg/100g,5 种砧木与对照‘平邑甜茶’均差异不显著。2012 年,不同砧木‘Gala’苹果果实的维生素 C 含量在 3.36~3.68 mg/100g,均大于 2011 年,对照‘Gala/平邑甜茶’最高,其次为‘Gala/A1d’和‘Gala/B1’,含量最低的是‘Gala/B2’,与‘Gala/A1’和‘Gala/C3’差异不显著。

表 3 不同砧木对‘嘎拉’果实维生素 C 含量和类黄酮含量的影响

Table 3 The effect of different rootstocks on the vitamin C and the flavonoid contents of fruit(2011 and 2012)

砧穗组合 Stock-scion	维生素 C 含量 Vitamin C content/mg·(100g) ⁻¹		类黄酮含量 The flavonoid content/mg·g ⁻¹	
	2011 年	2012 年	2011 年	2012 年
‘Gala/C3’	2.90±0.13b	3.44±0.09bc	1.33±0.026e	1.64±0.037a
‘Gala/B2’	3.11±0.21ab	3.36±0.12c	1.82±0.035c	1.26±0.027d
‘Gala/B1’	3.21±0.18a	3.58±0.13abc	1.62±0.039d	1.12±0.030e
‘Gala/A1d’	3.25±0.11a	3.68±0.085ab	1.95±0.043ab	1.51±0.021b
‘Gala/A1’	3.23±0.07a	3.45±0.14bc	1.99±0.021a	1.38±0.034c
‘Gala/平邑甜茶’	3.05±0.14ab	3.71±0.20a	1.90±0.013b	1.16±0.026e

2011年,不同砧木上的果实类黄酮含量在1.33~1.99 mg/g,‘Gala/A1’上的类黄酮含量最高,其余依次为:‘Gala/A1d’>‘Gala/平邑甜茶’>‘Gala/B2’>‘Gala/B1’>‘Gala/C3’。2012年,不同砧木的‘Gala’苹果果实的类黄酮含量在1.12~1.64 mg/g,除‘Gala/C3’外,其它砧木上的果实类黄酮含量都低于2011年的,除‘Gala/平邑甜茶’与‘Gala/B1’之外,不同砧木之间差异显著,含量从高到低依次为:‘Gala/C3’>‘Gala/A1d’>‘Gala/A1’>‘Gala/B2’>‘Gala/平邑甜茶’>‘Gala/B1’。

3 结论与讨论

优良砧木品种对提高苹果的产量和改善品质有重要意义,砧木的评价是下一步能否应用的前提。董月菊等^[11]研究表明,果实的单果重、果形指数、果肉硬度、可溶性固形物含量、可滴定酸含量为5个具有代表性的果实品质评价指标。该研究2011~2012年连续2a的试验结果表明,嫁接在6种无融合生殖砧木上的‘Gala’果实的单果重、果实硬度、果型指数、可溶性固形物含量、可滴定酸含量、维生素C含量和类黄酮含量因年份的不同有所差异。在评价的7项指标中,果实单果重、果实硬度、可溶性固形物含量和可滴定酸含量2a的数值差异较大。5种新砧木品系中,连续2a都表现了一致规律的有:‘C3’的单果重均最大,‘A1d’的可滴定酸含量均最高,‘A1d’的果实硬度、‘C3’和‘B2’可溶性固形物含量均显著高于对照,‘A1’和‘A1d’类黄酮含量均高于对照,‘B1’类黄酮含量均低于对照。5种砧木的果形指数和维生素C含量在2011年与对照均无显著差异,在2012年均以对照最高。

不同年份试验结果的差异主要是因为砧木和气候

的不同^[12-13]。不同的砧木对日照强度、降雨量、温度、湿度的反应不同,试验结果也就不同。苹果为多年生果树,砧木试验无疑需要多年的评价才能更加合理。

参考文献

- [1] Motosugi H, Gao Y P, Sugiura A. Rootstock effects on fruit quality of Fuji apples grown with ammonium or nitrate nitrogen in sand culture[J]. Scientia Horticulturae, 1995, 61(3-4): 205-214.
- [2] Ferree D C, Knee M. Influence of root pruning and rootstock on growth and performance of Golden Delicious apple[J]. Hort Sci, 1997, 3(2): 645-648.
- [3] 沈德绪. 果树育种学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999: 118-120.
- [4] 关军锋, 魏邵冲, 徐迎春, 等. 不同中间砧对金冠苹果果实品质及矿质营养的影响[J]. 河北农业科学, 2004, 8(4): 19-20.
- [5] 阎振立, 张全军, 过国南, 等. 产地和砧木对华硕苹果芳香物质及风味的影响[J]. 果树学报, 2007, 24(3): 263-267.
- [6] 薛晓敏, 路超, 王金政, 等. 山东省不同地区 M26 矮化中间砧对苹果树生长发育、果实产量与品质的影响[J]. 山东农业科学, 2012, 44(6): 53-57.
- [7] 韩振海. 苹果矮化密集栽培——理论与实践[M]. 北京: 科学出版社, 2011: 48-55.
- [8] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典[M]. 2部. 注释选编, 北京: 化学工业出版社, 1985: 189-191.
- [9] 王英, 张玉刚, 戴洪义. 苹果果皮中类黄酮的超声波辅助提取及稳定性研究[J]. 食品科学, 2011, 32(16): 178-181.
- [10] 李红. 苹果果皮中 a-法尼烯和类黄酮的提取及其抗氧化能力研究[J]. 泰安: 山东农业大学, 2004: 20-21.
- [11] 董月菊, 张玉刚, 戴洪义. 苹果果实品质主要评价指标的选择[J]. 华北农学报, 2011, 26(7): 74-79.
- [12] Cohen S, Naor A. The effect of three rootstocks on water use, canopy conductance and hydraulic parameters of apple trees and predicting canopy from hydraulic conductance[J]. Plant, Cell & Environment, 2002, 25(1): 17-28.
- [13] 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(5): 31-34.

Effect of Six No Fusion Reproductive Rootstocks on the Fruit Size and Quality of ‘Gala’ Apple

XIE Bei-bei¹, SHA Guang-li², DAI Hong-yi¹, WANG Zhi-yun², ZHANG Yu-gang¹, ZHU Jun¹

(1. College of Horticulture, Qingdao Agricultural University, Qingdao, Shandong 266109; 2. Qingdao Academy of Agricultural Science, Qingdao, Shandong 266100)

Abstract: ‘Gala’ trees grafted on six apomictic rootstocks(‘C3’, ‘B2’, ‘B1’, ‘A1d’, ‘A1’, *Malus hupehensis* (CK)) were used as materials, the effect of different apomictic rootstocks on the fruit size and quality of apple were studied in 2011~2012. The results showed that different indicators of fruit size and quality varied from year to year. However, there were some regular trends during two years’ experiments. The largest fruit weight was found on the trees grafted on ‘C3’, the highest titratable acid content was on the trees grafted on ‘A1d’. The fruit firmness of ‘Gala’ grafted on ‘A1d’, the soluble solids content of ‘Gala’ grafted on ‘C3’ and ‘B2’ were significantly higher than those on the control. The flavonoid content of ‘Gala’ grafted on ‘A1’ and ‘A1d’ were higher than that on the control, the flavonoid content of ‘Gala’ grafted on ‘B1’ was lower than that on the control. There was no significant difference in the shape index and the vitamin C content of ‘Gala’ grafted on of five rootstocks in 2011, but the the highest value was found of ‘Gala’ grafted on the control in 2012.

Key words: apple; fruit; rootstock; quality