

苹果不同果形果实性状及其相关性分析

王海波, 李慧峰, 何平, 杨建明, 李林光

(山东省果树研究所, 山东 泰安 271000)

摘要:以“皇家嘎拉”和“藤木一号”苹果正反交 171 株 F_1 代的果实为试材, 研究了不同果形苹果果实基本性状及其相关关系。结果表明: 苹果不同果形果实以单果重变异较大, 横径变异较小; 9 种果形果实纵径或横径增加时, 其单果重均会显著或极显著增加, 果肉硬度和可溶性固形物含量愈高时, 单果重会产生下降趋势, 在果形指数越小(扁圆形)或越大(卵圆形、长圆锥形)时, 单果重有升高的趋势; 果实纵径增加时, 长圆锥形果实果形指数增加最为显著, 而果实横径减小时, 短圆锥形果形指数增加最为显著。

关键词: 苹果; 果形; 果实性状; 相关性

中图分类号: S 661.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2013)03-0022-04

苹果是农业部确定的 11 种优势农产品之一, 也是我国第一大果品产业。目前中国苹果以“富士”为主(占 65%~80%)^[1], 品种多样化程度低, 难以丰富苹果市场和满足消费需求。提高果品质量, 改进果实品质是 21 世纪苹果生产的主要趋势, 果实形状作为果品外观品质的重要组成, 是果品品质评价、分类以及市场定级的主要考核指标之一, 也是商业品质育种的重要依据^[2]。因此, 选育果形种类多样、外形美观的优良品种对调整我国苹果品种结构和丰富果品市场具有重要意义。

目前对苹果果形的研究主要集中在使用生长调节剂调控果形^[3-7]、环境和内在因素对果形的影响^[8-9]、果形评级与分级技术^[10-11]等方面, 对不同果形间果实性状的

相互关系的研究鲜见报道。该研究以 98 株“藤木一号”×“皇家嘎拉”和 73 株“皇家嘎拉”×“藤木一号” F_1 代株系的果实为试材, 探讨苹果不同果形果实的单果重、纵径、横径、果形指数、果肉硬度、可溶性固形物等指标的差异及其相关关系, 旨在为苹果优质生产和品质育种提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试材取自山东省果树研究所淄博苏孔苹果杂交园, 随机选择 98 株“藤木一号”×“皇家嘎拉”和 73 株“皇家嘎拉”×“藤木一号” F_1 代株系的成熟果实, 试验树 2002 年杂交, 2003 年播种, 2007 年开始结果, 当年开始调查。

1.2 试验方法

参照苹果种质资源描述标准^[12](图 1), 组成 7 人评价小组, 对不同株系的果实形状进行观察记载, 该研究在测试株系中观察到除长圆形果形以外的 9 种果形(表 1)。

第一作者简介: 王海波(1983-), 男, 硕士, 助理研究员, 现主要从事苹果新品种选育工作。E-mail: wangharboo@163.com

基金项目: 国家现代苹果产业技术体系建设专项资金资助项目(CARS-28); 山东省农业良种工程资助项目(鲁农良种字[2010]6号)。

收稿日期: 2012-10-23

conductance (Gs) and intercellular carbon dioxide concentration (Ci) were determined. Then the daily variation trend of Pn and Tr, the correlation between Pn and Tr, Gs, Ci were analyzed. The results showed that the daily variation trend of Tr manifested as a single-peak curve, with the peak value at 14:00. But that of Pn manifested as a typical double-peak curve, and the first peak appeared at about 10:00, the second at about 14:00. In the variation curve, a obvious ‘Midday depression’ phenomenon could be observed. Through correlation analysis, it found that there was a significant positive correlation between Pn and Gs, but a significant negative correlation between Pn and Ci in the three varieties of ‘Xishizhongzi’, ‘Dabaiyu’ and ‘Daheyu’. Meanwhile, the Pn of ‘Mingdouzi’ had an extremely positive correlation with Gs, and the Pn of ‘Jipizao’ had positive correlation with Tr.

Key words: yam; photosynthetic characteristics; Luxi area

表 1 不同果形的株数及其百分数

Table 1 Number and percentage of strains with different fruit shapes

果实形状 Fruit shapes	株数 Strain number	百分数 Percentage/%
近圆形 Near round	11	6.43
扁圆形 Oblateness	22	12.87
椭圆形 Ellipse	12	7.02
卵圆形 Oval	12	7.02
圆锥形 Conicalness	14	8.19
短圆锥性 Short conicalness	65	38.01
长圆锥形 Long conicalness	13	7.60
圆柱形 Cylinder	13	7.60
偏斜形 Deflection	9	5.26

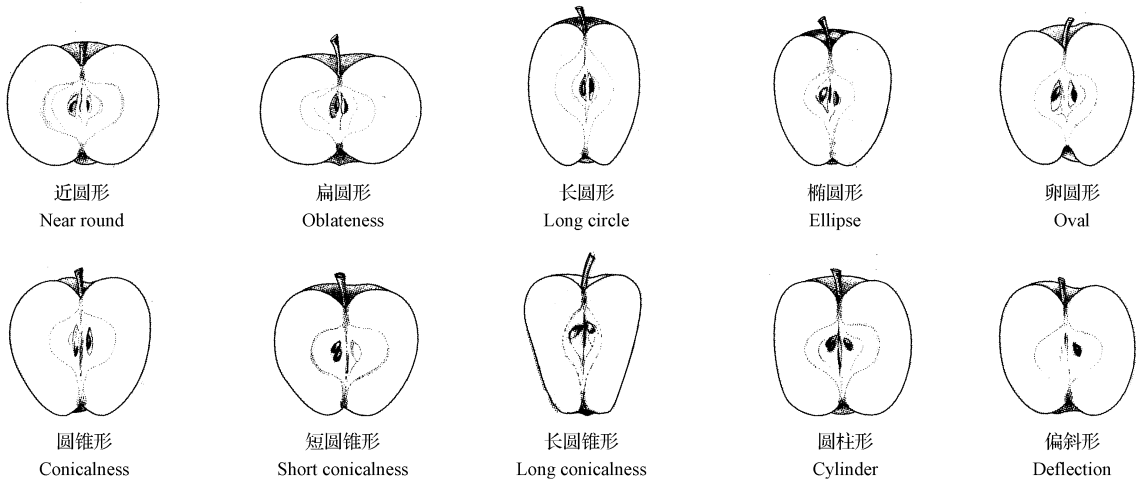


图 1 果实形状参考标准

Fig. 1 Reference standards of different fruit shapes

2 结果与分析

2.1 不同果形苹果果实的基本性状

由表 2 可以看出,不同果形苹果果实的单果重以圆锥形最大,圆柱形最小;纵径最大的果形为短圆锥形,横径以圆柱形果实最大,而近圆形果实的横径最小;果形指数以卵圆形和长圆锥形果实最大,扁圆形果实的纵径和果形指数最小;果实硬度最大和最小的果形分别为椭圆形和长圆锥形;可溶性固形物含量最高和最低的果形分别为圆柱形和长圆锥形。就该试验条件下不同果形果实各性状的变异而言,以果实单果重变异较大,其变异系数达到 10.91%,以横径变异较小,其变异系数仅为 3.23%。

2.2 不同果形苹果果实性状的相关性分析

不同果形单果重、果实纵径、横径、果形指数、可溶性固形物和果肉硬度的相关系数及其相关性的显著性水平见表 3。由表 3 可知,9 种果形果实单果重与其纵径和横径均呈显著或极显著正相关关系。9 种果形果实单果重与果肉硬度、可溶性固形物含量均呈负相关关系,其中与近圆形、扁圆形、圆锥形、圆柱形果实果肉硬度相关性达到显著或极显著水平,与圆锥形果实可溶性固形物达到显著水平。扁圆形、卵圆形和长圆锥形的果实单果重与其果形指数呈正相关关系,与其它 6 种果形果实

1.3 项目测定

每株系选取 30 个果实,分别用百分之一天平称取单果重,利用 SF2000 型数显卡尺测定纵径、横径,根据测定结果计算果形指数,果形指数=纵径/横径,利用 TD-45 数显糖度计测定可溶性固形物含量。

1.4 数据分析

测定结果利用 SPSS 19.0 进行统计分析,利用多因素相关分析方法对指标进行相关分析。

表 2 不同果形苹果果实基本性状

Table 2 Characters of different shape of apple fruits

果实形状 Fruit shapes	单果重 Fruit weight /g	纵径 Longitudinal diameter /cm	横径 Transverse diameter /cm	果形指数 Fruit shape index	可溶性固形物 Soluble solid/%	果肉硬度 Flesh firmness /kg·cm ⁻¹
近圆形 Near round	78.93	5.00	5.60	0.89	14.33	9.58
扁圆形 Oblateness	81.64	4.83	5.78	0.84	14.35	8.77
椭圆形 Ellipse	93.45	5.56	5.82	0.96	13.73	9.98
卵圆形 Oval	88.87	5.57	5.72	0.97	14.03	9.75
圆锥形 Conicalness	98.08	5.65	6.03	0.94	13.76	8.45
短圆锥性 Short conicalness	81.78	6.06	5.76	0.88	14.13	9.61
长圆锥形 Long conicalness	92.36	5.66	5.82	0.97	13.50	7.46
圆柱形 Cylinder	69.24	5.44	6.19	0.88	15.96	8.40
偏斜形 Deflection	96.15	5.34	6.08	0.88	14.60	7.97
平均值 Average	86.72	5.46	5.87	0.91	14.27	8.89
最大值 Maximum	98.08	6.06	6.19	0.97	15.96	9.98
最小值 Minimum	69.24	4.83	5.60	0.84	13.50	7.46
变异幅度 Variation range	28.84	1.23	0.59	0.14	2.46	2.52
标准差 Std	9.46	0.37	0.19	0.05	0.72	0.88
变异系数 CV/%	10.91	6.74	3.23	5.42	5.07	9.95

的果形指数呈负相关,但均未达到显著水平。

综上所述表明,该研究中 9 种果形果实纵径或横径增加时,其单果重均会显著或极显著增加,而果肉硬度和可溶性固形物含量较高时,单果重会产生下降趋势,

表 3

不同果形果实性状的相关性

Table 3

Correlations of characters of different shape fruits

果实形状 Fruit shapes	果实性状 Fruit characters	单果重 Fruit weight	纵径 Longitudinal diameter	横径 Transverse diameter	果形指数 Fruit shape index	可溶性固形物 Soluble solid	果肉硬度 Flesh firmness
近圆形 Near round	单果重 Fruit weight	1	0.914 * *	0.964 * *	-0.130	-0.002	-0.898 * *
	纵径 Longitudinal diameter		1	0.949 * *	0.196	-0.074	-0.990 * *
	横径 Transverse diameter			1	-0.122	-0.126	-0.929 * *
	果形指数 Fruit shape index				1	0.144	-0.231
	可溶性固形物 Soluble solid					1	0.093
	果肉硬度 Flesh firmness						1
扁圆形 Oblateness	单果重 Fruit weight	1	0.950 * *	0.963 * *	0.087	-0.024	-0.502 *
	纵径 Longitudinal diameter		1	0.907 * *	0.325	-0.022	-0.480 *
	横径 Transverse diameter			1	-0.103	0.048	0.443 *
	果形指数 Fruit shape index				1	-0.181	-0.164
	可溶性固形物 Soluble solid					1	0.195
	果肉硬度 Flesh firmness						1
椭圆形 Ellipse	单果重 Fruit weight	1	0.914 *	0.970 * *	-0.247	-0.009	-0.496
	纵径 Longitudinal diameter		1	0.975 * *	0.110	0.244	-0.391
	横径 Transverse diameter			1	-0.112	0.062	-0.521
	果形指数 Fruit shape index				1	0.815 *	0.590
	可溶性固形物 Soluble solid					1	0.755
	果肉硬度 Flesh firmness						1
卵圆形 Oval	单果重 Fruit weight	1	0.922 * *	0.942 * *	0.282	-0.507	-0.631
	纵径 Longitudinal diameter		1	0.833 *	0.583	-0.515	-0.561
	横径 Transverse diameter			1	-0.035	-0.430	-0.474
	果形指数 Fruit shape index				1	-0.305	-0.317
	可溶性固形物 Soluble solid					1	0.843 *
	果肉硬度 Flesh firmness						1
圆锥形 Conicalness	单果重 Fruit weight	1	0.964 * *	0.971 * *	-0.137	-0.615 *	-0.587 *
	纵径 Longitudinal diameter		1	0.964 * *	0.021	-0.587	-0.598 *
	横径 Transverse diameter			1	-0.244	-0.548	-0.584 *
	果形指数 Fruit shape index				1	-0.075	0.005
	可溶性固形物 Soluble solid					1	0.453
	果肉硬度 Flesh firmness						1
短圆锥形 Short conicalness	单果重 Fruit weight	1	0.883 * *	0.926 * *	-0.132	-0.027	-0.150
	纵径 Longitudinal diameter		1	0.821 * *	0.238	0.076	-0.184
	横径 Transverse diameter			1	-0.356 * *	0.066	-0.201
	果形指数 Fruit shape index				1	0.019	0.063
	可溶性固形物 Soluble solid					1	0.187
	果肉硬度 Flesh firmness						1
长圆锥形 Long conicalness	单果重 Fruit weight	1	0.867 *	0.946 * *	0.166	-0.194	-0.092
	纵径 Longitudinal diameter		1	0.673	0.807 *	0.103	0.026
	横径 Transverse diameter			1	-0.106	-0.139	0.087
	果形指数 Fruit shape index				1	0.253	-0.032
	可溶性固形物 Soluble solid					1	0.790 *
	果肉硬度 Flesh firmness						1
圆柱形 Cylinder	单果重 Fruit weight	1	0.977 * *	0.960 * *	-0.171	-0.470	-0.779 *
	纵径 Longitudinal diameter		1	0.989 * *	0.199	-0.436	-0.698
	横径 Transverse diameter			1	-0.341	-0.435	-0.643
	果形指数 Fruit shape index				1	0.104	-0.128
	可溶性固形物 Soluble solid					1	0.342
	果肉硬度 Flesh firmness						1
偏斜形 Deflection	单果重 Fruit weight	1	0.887 *	0.973 * *	-0.035	-0.199	-0.728
	纵径 Longitudinal diameter		1	0.836	0.389	-0.163	-0.824
	横径 Transverse diameter			1	-0.180	0.151	-0.698
	果形指数 Fruit shape index				1	-0.501	-0.290
	可溶性固形物 Soluble solid					1	0.451
	果肉硬度 Flesh firmness						1

注：“*”和“* *”分别表示 0.05 和 0.01 水平差异显著。

Note: * and * * stand for $P < 0.05$ and $P < 0.01$ respectively.

在果形指数越小(扁圆形)或越大(卵圆形、长圆锥形)时,单果重有升高的趋势。

9种果形果实的果形指数均与其纵径呈正相关,与其横径呈负相关,其中长圆锥形果实的果形指数与其纵径、短圆锥形果实的果形指数与其横径达到显著或极显著水平,表明果实纵径增加时,长圆锥形果实果形指数增加最为显著,而果实横径减小时,短圆锥形果形指数增加最为显著。

3 讨论与结论

代亚光等^[3]研究表明,使用果实整形剂普洛马林后,“新红星”苹果纵径显著增加,但其横径变化不明显,从而使其果型指数明显增大,并显著提高单果重和产量。该研究表明,不同果形果实单果重变异较大(变异系数 10.91%),果实横径变异较小(变异系数 3.23%),表明果形的差异对单果重影响较大,而对横径影响较小,在 9 种果形中,椭圆形、圆锥形、长圆锥形、偏斜形等果形果实单果重较高,表明这 4 种果形获得较高产量的潜力可能高于其它果形。

该试验对 171 株 F_1 代株系果形指数与果实纵、横径的研究表明,不同果形果实的果形指数与其纵径呈正相关,与其横径呈负相关,同时该研究表明,不同果形果实纵径、横径和果形指数的变异系数分别为 6.74%、3.23%和 5.42%,表明果形指数主要受果实纵径的影响,其次为横径,这与辛淑亮等^[4]对“金帅”、“红星”、“富士”等 7 个苹果栽培品种的研究结果相同。果实纵径对果形指数的影响,以增加为主,减少为次;果实横径对果形指数的影响,以减少为主,增加为次^[4]。该研究表明,果实纵径增加对长圆锥形果形指数增加呈显著相关,该结论为使用生长调节剂提高长圆锥形果形品种(如“元

帅”系品种)^[5-7]果实的果形指数提供了统计学依据。

苹果不同果形果实以单果重变异较大,横径变异较小。9 种果形果实纵径或横径增加时,其单果重均会显著或极显著增加,果肉硬度和可溶性固形物含量愈高时,单果重产生下降趋势,在果形指数越小(扁圆形)或越大(卵圆形、长圆锥形)时,单果重有升高的趋势。果实纵径增加时,长圆锥形果实果形指数增加最为显著,而果实横径减小时,短圆锥形果形指数增加最为显著。

参考文献

- [1] 国家现代苹果产业技术体系. 2008 年度苹果产业技术发展报告[EB/OL]. <http://123.127.160.76/index.do>, 2009.
- [2] 乔军,刘富中,陈钰辉,等. 园艺作物果形遗传研究进展[J]. 园艺学报, 2011, 38(7): 1385-1396.
- [3] 代亚光,李春野,胡万银,等. 普洛马林对新红星苹果果形指数及产量的影响[J]. 北方果树, 2011(2): 14.
- [4] 辛淑亮,王奎先,林振海,等. 采收期苹果、梨果实纵径与果形指数的理论分析[J]. 莱阳农学院学报, 1986(1): 63-71.
- [5] 陆秋农,周润生,张艳芬,等. 苹果果实发育研究初报—生长调节剂对果实发育的影响[J]. 中国果树, 1983(2): 4-7.
- [6] 姜卫兵. 植物生长调节剂对果实形状发育的影响[J]. 果树科学, 1992, 9(2): 117-122.
- [7] 薛晓敏,张守江,聂佩显,等. 不同果形剂处理对‘天汪一号’苹果果实品质的影响[J]. 中国农学通报, 2011, 27(7): 434-437.
- [8] Noë N, Eccher T. ‘Golden Delicious’ apple fruit shape and russetting are affected by light conditions[J]. Scientia Horticulturae, 1996, 65: 209-213.
- [9] 孙建设,马宝棍,章文才. 红富士苹果果形偏斜的机理研究[J]. 河北农业大学学报, 1999, 22(4): 38-41.
- [10] 蔡健荣,许月明. 基于主动形状模型的苹果果形分级研究[J]. 农业工程学报, 2006, 22(6): 123-126.
- [11] 许月明,蔡健荣,杜丰玉. ASM 和 BP 网络在苹果果形研究中的方法比较[J]. 食品科学, 2007, 28(4): 56-59.
- [12] 王昆,刘凤之,曹玉芬. 苹果种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京:中国农业出版社, 2005: 21.

Analysis on Characters and Their Correlations of Apple with Different Fruit Shapes

WANG Hai-bo, LI Hui-feng, HE Ping, YANG Jian-ming, LI Lin-guang
(Shandong Institute of Pomology, Tai'an, Shandong 271000)

Abstract: Characters and their correlations of different fruit shapes fruits of 171 apple strains of reciprocal cross between ‘Royal Gala’ and ‘OBIR-2T-47’ were studied. The results showed that the variation of single fruit weight was larger, while variation of transverse diameter was smaller among strains with different fruit shapes. When longitudinal diameter or transverse diameter of different shape fruit increased, their fruit weights would increase significantly or highly significantly. When flesh firmness and soluble solid content increased, a down trend of single fruit weight would appear. The smaller fruit shape index, such as oblate fruit, or larger, such as oval and long conical fruit, the larger the single fruit weight. The shape index of long conical fruit increased the most significantly when its longitudinal diameter increased, and the shape index of short conical fruit increased most significantly when its transverse diameter increased.

Key words: apple; shape; fruit characters; correlation