

渭北富士苹果偏斜果的影响因素

薛志霞,赵政阳,张雯,徐吉花,王艳丽

(西北农林科技大学园艺学院,陕西杨凌712100)

摘要:为了明确引起渭北富士苹果果形偏斜的原因,于2009~2010年在西北农林科技大学白水苹果试验站,以16~17年生的乔化富士苹果为主要试材,从授粉受精和果实类型两方面对其果形进行研究。结果表明:除粉红女士授粉外,秦冠、嘎拉、新红星3个品种授粉都均降低富士苹果的果形偏斜指数,改善果形;柱头数对富士果形状有明显影响,人为去除3~4个柱头会明显减少果实种子数,导致果实发育畸形。种子数和种子在心室中的分布决定了果实的形状,端正果每个心室几乎均有种子分布,偏斜果至少有1个心室种子败育,畸形果至少有2个心室中的种子败育。比较长、中、短果枝果形,长果枝果实的果形指数明显大于中、短果枝,而果形偏斜指数小于中、短果枝,但差异不显著。下垂果多为果形高桩的端正果,畸形果少,果形偏斜指数明显小于侧生果。

关键词:富士苹果;果形;偏斜指数;影响因素

中图分类号: S661.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2011)04-0060-04

我国是世界上最大的红富士生产国,根据FAO统计,2008年全国苹果栽培面积达200.05万 hm^2 ,其中富士系占65%以上^[1]。陕西渭北黄土高原是全国五大苹果产区中唯一符合最适宜区7项气象指标的最佳优生区,并逐渐发展成为中国乃至世界最大的优质苹果集中产区之一^[2],栽培品种以中晚熟、晚熟鲜食苹果品种为主,其中红富士苹果占65%^[1]。果形高桩端正是高档富士苹果的重要指标,但果农(尤其渭北黄土高原地区)生产的富士苹果偏斜度非常大,表现为果实变扁、果形偏斜等现象。果形不正使其逐渐丧失了国际市场上的竞争力,严重制约了我国苹果的出口创汇。关于富士苹果品质问题,国内外已作了大量研究,其中果形不正也早有报导。Luckwill研究指出,苹果果实的发育不对称,主要是由于果实5个心皮中一个或几个种子发育不良所致^[3]。马宝焜等研究报导,红富士苹果果实着生位置不同,致使内源激素的分布不均,进而导致果实发育成畸形^[4]。张宗坤研究报导,种子不对称发育是导致红富士果形偏斜的主要原因^[5]。孙建设等研究报导,红富士苹果果形偏斜的主要原因并非因种子发育不良所致,而是受控于果实内源激素的分布^[6]。关于富士果形偏斜问题前人研究并未达到共识,为此本试验从授粉受精和果实类型等方面对富士果形进行研究,以期得出导致渭北黄土高

原富士苹果果形偏斜的主要原因,进而制定有效的矫正措施,改善富士苹果外观品质。

1 材料与方法

1.1 试验地概况与试验材料

试验于2009~2010连续两年在西北农林科技大学白水苹果试验站进行。白水县是陕西省优质苹果生态区,该区海拔850m左右,年均气温11.6℃,年均降雨量558mm。

试验材料为16~17年生乔化栽培富士苹果(*Malus domestica* Borkh, cv Fuji),砧木为新疆野苹果,常规生产管理。选择树势、花芽量基本一致树进行不同品种花粉授粉和柱头疏除试验,供试花粉为秦冠、粉红女士、嘎拉、新红星4个品种花粉。

1.2 试验处理与方法

1.2.1 不同品种授粉对比试验 连续两年在花序小蕾期时对大小相近的花序挂牌标记,单株处理,4次重复。每株分东、西、南、北4部分,每部分选择1个品种进行授粉;大蕾期时,每个花序仅选留中心花,边花摘除,中心花去雄,然后套袋。次日,进行人工授粉,再套袋。

1.2.2 柱头处理对比试验 试验设5个处理(疏除1~4个柱头),单株处理,每株分5部分,4次重复。花序大蕾期选择树冠中部短果枝上的花序,每花序

收稿日期:2011-02-01

基金项目:现代农业产业技术体系建设专项资金(nycytx-08-01-03);陕西省“13115”重大专项(2010ZDKG-69)

作者简介:薛志霞(1983—),女,内蒙古集宁人,在读硕士,研究方向为果树生理与品质改良。E-mail: xzx.xia@163.com。

通讯作者:赵政阳(1964—),男,陕西富平人,教授,博士生导师,研究方向为分子生物学育种、果树生理与品质改良等。E-mail: zhaoy@nwsuaf.edu.cn。

选留 3~4 序位花 2 朵,分别从花萼基部去掉 1~4 个柱头,套袋后挂牌标记;2 天后用混合花粉进行人工授粉,再套袋,10 d 后去掉纸袋,果实成熟后,每个重复随机采取 15 个果,解剖观察、测定。

1.2.3 种子发育状况对果形影响试验 果实采收时,随机抽取畸形果、偏斜果和端正果各 60 个,横切解剖观察 3 类果形的种子数、种子在心室中的分布情况。偏斜指数(DD), $DD \leq 0.15$ 视为端正果; $0.15 < DD < 0.35$ 视为偏斜果; $DD \geq 0.35$ 视为畸形果。

1.2.4 果枝类型对比试验 试验设 3 个处理:Ⅰ、长果枝(15 cm 以上);Ⅱ、中果枝(5~15 cm);Ⅲ、短果枝(5 cm 以内)。2 株为一个处理,4 次重复,共 8 株。果实成熟时,每个重复在树冠中部随机采取 15 个下垂果解剖观察、测定。

1.2.5 果实着生方式对比试验 试验设 2 个处理:Ⅰ、下垂果;Ⅱ、侧生果。2 株为一个处理,4 次重复,共 8 株。果实成熟时,每个重复在树冠中部短果枝随机采 15 个果解剖观察、测定。

1.2.6 测定项目及方法 果形指数=平均纵径/平均横径

$$DD = \frac{2(H \times R - h \times r)}{(H \times R + h \times r)}$$

式中,DD 表示果实的偏斜指数;H 和 R 分别表示果实大面果实高和大果面至果心距离;h 和 r 相应表示小面果高与小果面至果心距离^[6]。

1.3 数据统计分析

使用 Microsoft Office Excel 2003 和 SAS 统计软件对试验数据进行多重比较与分析。

2 结果与分析

2.1 不同品种授粉对富士果形的影响

4 个品种授粉对富士苹果果形的影响如图 1 所示。可以看出,2010 年果形指数明显高于 2009 年,即 2010 年果形指数均达到 0.85 以上,2009 年最高仅为 0.84;不同品种授粉果形指数差异显著,但两年品种间差异相近,嘎拉授粉果形指数最大,粉红女士授粉最小。2010 年果形偏斜指数反正弦转换值略高于 2009 年;粉红女士授粉果实多为畸形果,果形偏斜指数反正弦转换值最大,两年分别为 28.07、31.48,其中 2010 年与其它授粉品种差异显著。

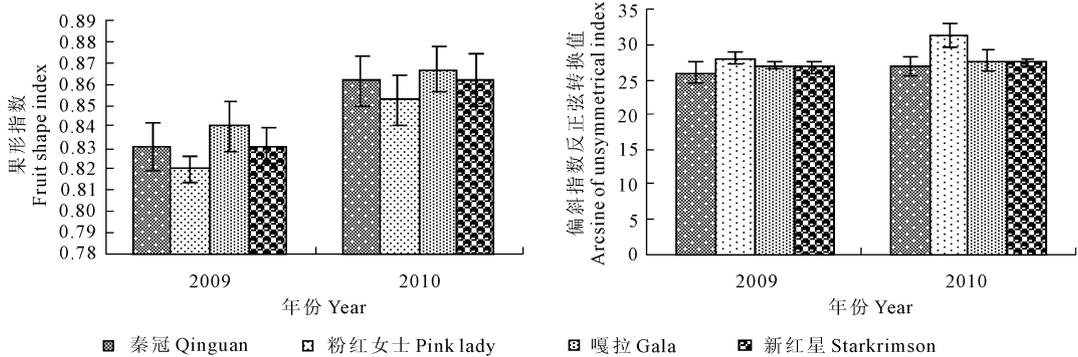


图 1 不同授粉品种对富士苹果果形的影响

Fig.1 Effect of different pollinated variety on the fruit shape of Fuji apple

2.2 柱头数目对富士果形的影响

不同柱头数目对富士苹果果形的影响如表 1 所

示。可以看出,各处理间果形指数不存在差异,均达到 0.86 以上。人为去掉 3 个或 4 个柱头后,果实多

表 1 不同数量柱头对富士苹果果形的影响

Table 1 Effect of different number of stigmas on the fruit shape of Fuji apple

柱头数目 Number of stigma	果形指数 Fruit shape index	偏斜指数 Unsymmetrical index	反正弦转换值 Arcsine	平均种子数(粒) Mean seed numbers	平均心室数(个) Mean ventricular numbers
1 柱头 1 stigma	0.86±0.04a	0.2566	30.44±1.16a	3.88±0.22d	2.65±0.24c
2 柱头 2 stigmas	0.86±0.02a	0.2656	31.04±1.33a	5.60±0.18c	3.55±0.26b
3 柱头 3 stigmas	0.87±0.02a	0.1984	26.45±1.09b	6.40±0.29b	3.90±0.24b
4 柱头 4 stigmas	0.87±0.01a	0.1804	25.11±1.03b	7.00±0.36a	4.38±0.33a
5 柱头 5 stigmas	0.88±0.03a	0.1831	25.32±1.07b	7.38±0.30a	4.53±0.21a

注:邓肯氏多重比较测验,纵向不同小写字母表示差异达到显著水平($P < 0.05$)。下同。

Note: Duncan's multiple comparison test, different lowercase letters express significant difference at $P < 0.05$. The same as below.

为畸形果,果形偏斜指数反正弦转换值分别为 31.04、30.44,与保留 3~5 个柱头存在差异显著性。柱头数目决定种子发育状况,缺失 2 个或 2 个以上柱头,种子数明显减少,并且至少有一个心室中的种子败育。

2.3 种子发育状况对富士果形的影响

对端正果、偏斜果、畸形果 3 类果形的种子发育状况解剖观察结果如表 2 所示。可以看出,3 类果形均存在种子败育现象,平均种子数、平均心室数存在显著性差异。端正果平均种子数为 7.61 粒,并且几乎每个心室均有种子分布;偏斜果平均种子数为 6.74 粒,其中 1 个心室中种子败育;畸形果平均种子数仅为 4.00 粒,种子多发育不良,表现为 2 个以上心室中种子均败育。

2.4 果枝类型对富士果形的影响

不同果枝类型对富士果形的影响如图 2 所示。可以看出,2010 年各处理果形指数均高于 2009 年;不同处理果形指数差异显著,但两年差异相近,长果枝坐果果形指数最大,短果枝最小。短果枝偏斜果较多,两年果形偏斜指数反正弦转换值分别为

29.11、32.24,但与长果枝、中果枝差异不显著性。总体上看,果枝类型决定果实生长发育所需营养物质,从而影响果实形状。

表 2 种子发育状况对红富士苹果果形的影响

Table 2 Effect of seed development on the shape of Fuji apple

果形 Fruit shape	平均种子数(粒) Mean seed numbers	平均心室数(个) Mean ventricular numbers
端正果 Symmetrical fruit	7.61±0.24a	4.56±0.07a
偏斜果 Unsymmetrical fruit	6.74±0.11b	4.08±0.11b
畸形果 Deformed fruit	4.00±0.09c	2.79±0.13c

2.5 果实着生状态对富士果形的影响

果实不同着生状态对富士果形的影响如图 3 所示。可以看出,2010 年果形指数明显高于 2009 年,其中 2010 年下垂果果形指数达到 0.86 以上,2009 年略高于 0.84;两个处理果形指数差异显著,但两年差异相近,即下垂果果形指数明显高于侧生果。下垂果果形多为高桩端正,畸形果较少,两年果形偏斜指数反正弦转换值分别为 26.38、27.67,与侧生果差异显著。

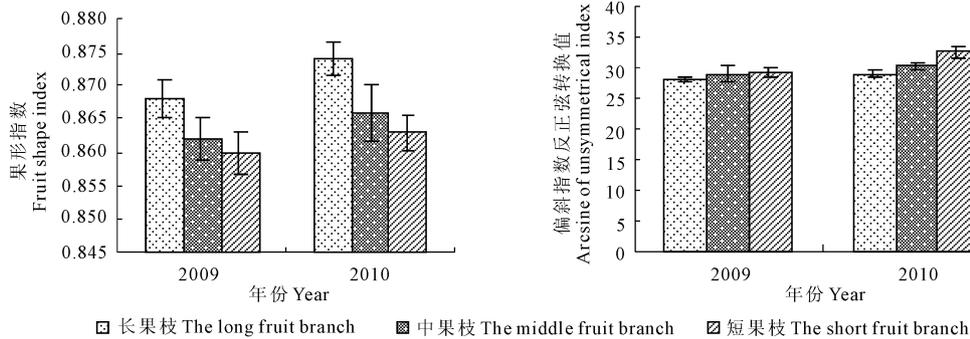


图 2 不同果枝类型对富士苹果果形的影响

Fig. 2 Effect of different fruit branch types on the fruit shape of Fuji apple

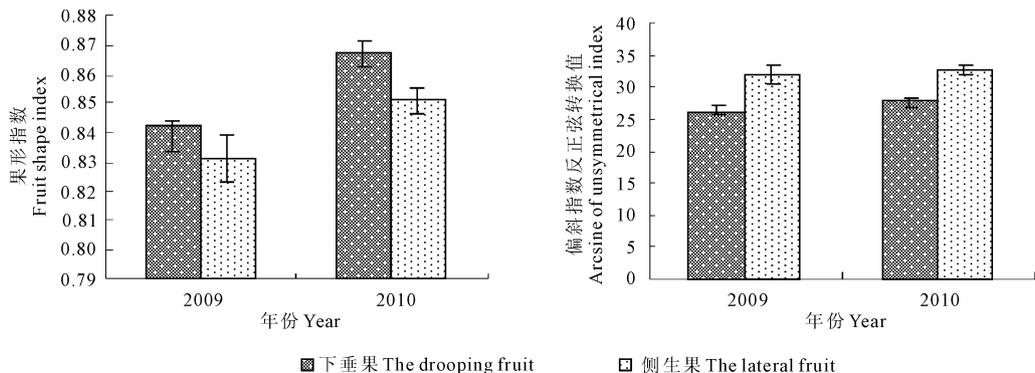


图 3 不同着生状态对富士苹果果形的影响

Fig. 3 Effect of different fruit ways on the fruit shape of Fuji apple

3 讨论

苹果的果形为受多基因控制的数量性状^[7],花粉直感效应多表现在数量性状上。张兴国等^[8]对苹果梨果形的影响因素分析指出,不同品种授粉对苹果梨果形影响显著。但沙海峰^[9]研究花粉直感对京白梨品质的影响指出,不同品种授粉对京白梨果形影响不明显。本试验研究得出除粉红女士外,其它3个品种授粉后,果实果形偏斜指数反正弦转换值差异不显著。这与李保国^[10]对苹果花粉直感规律研究结果相近,富士果形受授粉品种的影响,但无明显规律。

花粉与柱头接触后经过一系列反应完成授粉受精,柱头数目决定了接收的花粉量,授粉受精的情况直接关系到果实品质的形成。朴一龙等^[11]研究指出,苹果梨授粉柱头多时早期果形高桩端正。本试验结论与之相同,人为剪去3个或3个以上柱头,可诱导形成畸形果。而李含芬研究^[12]报导,不同数目柱头对苹果梨果形无明显的影响。

种子发育状况直接影响果实品质的形成,果实内种子的数目和分布影响果实的大小和形状^[13]。本试验结果表明,三类果形的种子数、种子在心室中的分布存在差异显著性,种子数多且在心室中分布均匀,果实表现高桩端正。但李学强^[14]、孙建设等^[6]研究并不支持以上观点,他们认为,果形与种子发育状况并不存在明显的规律性变化。

苹果以短果枝结果为主,果枝类型对果实品质的影响主要表现在果形端正、整齐度等方面。黄新忠等^[15]研究指出,翠冠梨中果枝果实果形较为整齐,长、短果枝偏果率较高。而本试验得出长果枝果形指数最大,但3种果枝果实偏斜指数差异不明显。果实着生状态影响激素的运输和在果实中的分布。孙建设^[6]研究报导,自然下垂果斜果指数明显低于自然侧生果,人为改变果实着生状态,可明显降低偏果指数,本试验得出结论与之相近。

渭北黄土高原富士苹果多表现为果形不正,果形偏斜指数大,本试验对乔化、矮化和短枝不同栽培方式进行调查,3种栽植方式偏果率均达到60%以上,平均偏斜指数达0.32以上,其中乔化栽培偏果率最高,约为69%。因此深入研究在渭北黄土高原特殊的地理生态条件下,引起红富士苹果果形偏斜

的主要原因,并且制定有效的矫正措施,使果农生产出优质苹果,从而进一步带动我国果业的发展。

4 结论

综上所述,授粉受精状况、种子发育状况和结果枝类型等均会对富士苹果果形有一定的影响。粉红女士授粉果实多为畸形;3个或3个以上柱头接收花粉,能明显降低果形偏斜指数;种子数多且分布均匀,果实多表现高桩端正;果实自然下垂着生,偏斜果较少,果形偏果指数小。随着果园管理的逐年改善,2010年富士苹果果形指数明显高于2009年,但偏斜果并未有所降低。因此,引起渭北黄土高原富士苹果果形偏斜的内在机理有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 高华,赵政阳,梁俊,等.陕西苹果品种发展历史、现状及育种进展[J].西北林学院学报,2008,23(1):130—133.
- [2] 赵政阳,戴军,王雷存.陕西苹果产业现状及国际竞争力分析[J].陕西农业学报,2002,11(4):108—111.
- [3] Luckwill L C. 任锡畴译.控制果实生长和形状的因素[J].植物生理学译丛,1965,(3):61—65.
- [4] 马宝焜,陈四维,李振中,等.长富-2苹果生物学特性观察[J].河北农业大学学报,1984,7(1):48—56.
- [5] 张宗坤.改善长富2号果形偏斜的研究[J].果树科学,1984,(4):30—32.
- [6] 孙建设,马宝焜,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.
- [7] Brown A G. The inheritance of shape, size and season of ripening in families of the cultivated apple [J]. Euphytica, 1960, 9, 327—337.
- [8] 王兴国,张淑梅,安兴云.影响苹果梨果形的因素[J].延边大学农学报,2001,23(4):257—260.
- [9] 沙海峰,朱元娣,高琪洁,等.花粉直感对京白梨品种的影响[J].果树学报,2006,23(2):287—289.
- [10] 李保国,顾玉红,郭素平,等.2001苹果果实若干性状的花粉直感规律研究[J].河北农业大学学报,2004,27(6):4—37.
- [11] 朴一龙,薛桂新,金英善,等.苹果梨授粉柱头数对坐果率和果实性状的影响[J].延边大学农学报,1997,19(3):173—175.
- [12] 马含芬,马春晖,尹晓宁.苹果梨柱头数目对种子和果实发育的影响[J].北方园艺,2009,(5):71—73.
- [13] 郝荣庭.果树栽培学总论[M].第三版.北京:中国农业出版社,1995.
- [14] 李学强,李秀珍.种子数与南果梨果实品质的关系研究[J].种子,2009,28(1):67—68,71.
- [15] 黄新忠,陆修闽,张长和,等.翠冠梨果枝类型及坐果序位与产量和果实品质的关系[J].福建农业学报,2007,22(1):23—36.

(英文摘要下转第68页)

- 大连出版社,1996,99—106.
- [7] 沈伟其.测定水稻叶片叶绿素含量的混合液提取法[J].植物生理通讯,1998,127:62—67.
- [8] 张志良.植物生理学实验指导[M].北京:高等教育出版社,1995.
- [9] 姜霞,高学晟,应佩峰.表面活性剂的增溶作用及在土壤中的行为[J].应用生态学报,2003,14(11):2072—2076.
- [10] Meng Zhaofu, Zhang Yiping, Wang Guodong. Sorption of heavy metals and organic pollutants on modified soil[J]. Pedosphere, 2007, 17(2):235—245.
- [11] 王正武,李千佐,张笑一,等.表面活性剂降解研究进展[J].日用化学工业,2001,(5):32—36.
- [12] 罗立新,孙铁衍.Cd和表面活性剂复合污染对小麦叶片若干生理性状的影响[J].应用生态学报,1998,9(1):95—100.
- [13] Huang Shizhong, Chen Guoquan, Wang Derong, et al. Study of the effect of the synthetic detergent (LAS) on crops[J]. Agricultural Environmental Protection, 1994, 13(2):58—62.
- [14] 刘红玉,周朴华,杨仁斌,等.阴离子型表面活性剂(LAS)对水生植物生理生化特性的影响[J].农业环境保护,2001,(5):341—344.
- [15] Kile D E, Chiou C T. Water solubility enhancements of DDT and tri-chlorobenzene by some surfactants below and above the critical micelle concentration[J]. Environ Sci Technol, 1989, 23(7):832—838.
- [16] Wang Qiang, Wang Bangjun. Effect of surfactant PPJ on the absorption of nutrient elements in wheat leaves[J]. Journal of Southwest Agricultural University, 2001, 23(2):113—116.

Effect of BS—12 stress on seed germination and seedling growth of wheat

YUAN Jin¹, MENG Zhao-fu¹, GUO Cai-hong¹, REN Peng-juan², MA Yun-fei²

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

2. College of Resources and Environment, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The effects of different concentrations of aphotic surfactants BS—12 on seed germination and seedling growth of wheat were studied with water culture and pot experiments. The results showed: The BS—12 (10 mg/L) can promote wheat seed germination in water culture, while the BS—12 (>10 mg/L) can inhibit it; the BS—12 (<=0.5%) can promote the wheat seedling growth in the pot experiments, while the BS—12 (>0.5%) can inhibit it; the damage of BS—12 on underground part of wheat was greater than on the above ground part.

Keywords: BS—12; wheat; MDA; Proline; chlorophyll

(上接第 63 页)

Study on the fruit shape of Fuji apple in Weibei area

XUE Zhi-xia, ZHAO Zheng-yang, ZHANG Wen, XU Ji-hua, WANG Yan-li

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

Abstract: With the purpose of resolving the lopsided fruits of Fuji apple, the experiment was conducted on 16~17 year old Fuji apple trees (*Malus domestica Borkh*, cv Fuji), and mainly studied the effects of the pollination and fertilization, the type of fruits on the fruit shape of Fuji apple at the Baishui Apple Station of Northwest A & F University in 2009~2010. The results showed that in addition to Pink Lady, the Qinguan, Gala and Starkrimson pollination could reduce the unsymmetrical index and improve the fruit shape. the number of stigmas had significant effect on the fruit shape of Fuji apple, removed 3~4 stigmas could obviously reduce the seeds and lead to develop into the deformed fruit. The seed numbers and the seed distribution in the ventricles of determined the fruit shape, almost every ventricle had seed distribution in the symmetrical fruit, but at least one ventricle of seed was abortion in the unsymmetrical fruit and two ventricles of the seed were abortion in the deformed fruit. In three fruit branches, the fruit shape index of the long fruit branch was significantly greater than the medium fruit branch and the short fruit branch, the fruit unsymmetrical index was smaller than the other fruit branches, but the difference was not significant. In the different fruit ways, the drooping fruits were symmetrical and less deformed fruits, and the obvious difference in the fruit shape arcsine with the lateral fruit.

Keywords: Fuji apple; fruit shape; unsymmetrical index; affecting factor