

文章编号: 1674-7054(2016)02-0279-06

影响果实形状发育相关因素的概述

高慧君 李 鹏 董 涛

(广东省农业科学院 果树研究所 广州 510640)

摘 要: 果实形状是评价果实外观品质的一个重要指标,果实形状发育过程中受很多因素影响,在很多坐果植物栽培中,都会出现果实形状发育品质差,甚至出现畸形果的现象。笔者阐述了栽培品种、栽培环境、植物营养、植物激素等因素对果实形状发育的影响,旨在为提高果实外观品质提供参考。

关键词: 果实形状; 畸形果; 品种; 植物营养; 植物激素

中图分类号: Q 945.4

文献标志码: A

DOI: 10.15886/j.cnki.rdsxb.2016.02.024

果实的等级划分通常是依据果实的形状、色泽、大小、果面光洁度等几个方面进行分级,其中,果实形状是分级的一个比较重要的方面^[1]。不少坐果植物在栽培生产中,经常会出现果形不正的问题,也就是常说的畸形果。这种果实形状的改变,除了少数人为改造的具有欣赏价值的果形,例如心形西红柿,在市场上具有较高的经济价值,而大多数的畸形果严重影响了果实的外观品质及其经济价值。研究表明,果实形状的形成除了受遗传基因调控外,植物营养水平的高低,环境条件等因素均可导致果实形状的改变^[2]。了解并弄清导致果实形状发育过程中的主要影响因素,有利于人们针对各种影响因素提出相应的预防措施,从而提高果实外观品质及其经济价值。笔者根据已发表的文献资料,概述了栽培品种、栽培环境、植物营养、植物激素等因素对果实形状发育的影响,旨在为提高果实外观品质提供参考。

1 品种特性

对绝大多数果树而言,果实形状代表着某个树种或品种的特性,是其外观品质的重要标志之一^[3]。有些果树的品种间或品种内,果实形状差别较大,不同品种间的畸形果率甚至达到显著差异水平。大量的研究表明,品种特性是影响果实形状发育的重要因素之一。徐广辉等采用数量化评价指标对不同品种的草莓进行畸形果发生率比较分析发现,草莓品种间畸形果的发生率和发生程度存在明显差异,美香莎-1品种发生最轻,安娜、蜜宝、土特拉最重。另外,品种间的畸形果发生类型也存在明显的差异,美香莎-1仅是扁形和僵小型发生率高,其他类型发生率低,特别是无偏心型、鸡冠型、凹陷型发生;蜜宝、土特拉的各畸形果类型发生率都较高^[4]。李悦等在番茄上研究表明,畸形果在不同品种间发生情况也不同,畸形果发生率在椭圆果品种中明显最高^[5]。甜樱桃畸形果率也与品种有关,并且不同的甜樱桃品种畸形果的类型不同。Micke 和 Yeager 调查表明,Chinook(切努克)、Stella(斯得拉)、Bing(宾库)、Van(先锋)等易发生畸形双果^[6],而 Roversi 等认为,Moreau(莫利)品种的甜樱桃畸形果发生率较高^[7]。品种特性的差异会直接导致果实形状发育的差异,但不少研究表明,不同授粉品种也可影响植物授粉受精的效果,从而影响果实形状的发育。姚丰平等对不同品种的猕猴桃(秦美、布鲁诺和 79-5)畸形果发生情况研究发现,秦美畸形果多为扁形、布鲁诺多凹形和有棱,而 79-5 则为歪形。由于猕猴桃为多心皮种子果树,花为雌雄异株,因

收稿日期: 2015-10-30

基金项目: 国家自然科学基金项目(31201588); 国家公益性行业(农业)专项(201403036); 广东省农业攻关重点项目(2012A020100007); 2015 年省级财政技术与开发补助费用项目(优势特色农作物品种及配套技术集成示范与推广)

作者简介: 高慧君(1985-),助理研究员,研究方向: 香蕉果实品质形成的机理。E-mail: huijun_gao@aliyun.com

通信作者: 董涛(1979-),副研究员,博士,研究方向: 香蕉栽培与生理品质。E-mail: taod2004@163.com

此,不同品种的猕猴桃授粉受精情况不同,也能导致猕猴桃畸形果率不同,通过人工辅助授粉,可以显著改善授粉受精质量,从而减少畸形果数量^[8]。董存田通过用不同品种的梨花粉给鸭梨授粉发现,用脆梨花粉授粉的畸形果率最高^[9]。

2 栽培环境

环境条件对果实品质有很大的影响,尤其是光照、温度、水分的影响大。通常情况下,高温、强光、干旱等逆境条件不仅影响着果实的大小、着色、口感等,而且对果形指数同样具有直接或间接影响。

2.1 温度 温度对植物生长发育具有重要的影响,各种植物的生长、发育都要求有一定的温度条件,低于最低温度或高于最高温度都会引起植物生长情况的改变,甚至导致植株死亡。对于植物果实的生长发育,也有一定的温度限制,温度的不适宜,同样会造成果实的畸形。姜建福的研究表明,甜樱桃畸形花的发生与温度关系密切,温度越高,畸形花发生率越高且畸形越严重,从而导致畸形果的产生^[10]。番茄畸形果的发生与苗期温度有密切关系,现在普遍认为,引起番茄畸形果的临界温度为 12℃,苗期番茄低于这个温度,易导致畸形果率升高^[11]。刘英华发现番茄幼苗在连续低温条件下,夜温在 10℃左右,白昼在 15~18℃,持续 7 d,则大多数的鲜销品种都将出现畸形果,如果夜温在 4.4~7.2℃之间,由于生长完全停顿,畸形果反而少些^[12]。芒果花期和幼果期如遇长期低温(温度<11.5℃),花穗易枯死,出现大量畸形果、败育果^[13]。西瓜开花坐果期适宜温度为 25~30℃,当温度超过最高温或低于最低温一定时长时,显著影响花粉粒萌发和花粉管伸长,从而导致受精不良,果实多形成畸形果^[14]。

2.2 光照 光照是植物生长发育不可缺少的,光照通过影响植物的光合作用、光形态建成和光周期来调节植物的生长发育^[15]。植物不同的生长期对光照强度的需求也各不相同,光照强度的不合理可引起植物落花落果严重、果实发育缓慢、产量下降、品质变劣、畸形果等一系列问题。常丽和李敏慧认为,番茄畸形果的发生与光照密切相关,遮光能降低番茄畸形果发生的机率^[16]。李天来等在番茄幼苗上的研究结果表明,1.8片真叶展开后减弱光照度,能显著降低畸形果发生率^[17]。Beppu 和别府賢治等研究表明,甜樱桃花芽分化时期采取遮阴降低太阳辐射,可降低畸形果的发生^[18-19]。甜瓜是喜光植物,对于大型、晚熟的“伽师瓜”品种而言,透光率越低果实的畸形程度越明显^[20]。同时,也有研究表明,哈密瓜在天晴日光强时,表皮会发生硬化,从而导致哈密瓜裂果^[21]。光质作为光信号调节光形态建成、光周期反应以及内在生物钟节律性等植物重要生命活动,不少研究表明,光质影响果实的着色和品质,对果实进行套袋处理,光照强度极显著降低,光质组成中的短波紫外光减少,赵英等研究表明,对番茄果实套袋处理后,畸形果、穿孔果、脐部黑斑发生率降低,但裂果率提高^[22]。吴根良等人发现,蓝光能促进果实横向生长,红光能促进果实纵向生长,红蓝光有利于果实膨大且提高果实商品性;红蓝和红蓝补光 8 h 时,辣椒的商品率、结果率和产量极显著高于对照^[23]。

2.3 水分 水分既是植物自身的组成部分之一,也是植物生存生长的必要条件,水分的盈缺对植物生长影响很大,近年来许多学者就水分对于植物果实品质的影响做了很多研究。大多数研究证明,水分可以改变果实的品质,若水分供应不足,将导致果实发育不良,严重影响果实的细胞分裂从而影响单果重、产量、甚至是果实的形状。合理利用水分可以适当提高果实品质。在果实发育的前期和中期(分裂期),水分供应充足对果实的纵径生长、增加果形指数极为重要^[24]。苏学德研究发现,葡萄随着水分的增加,果实品质呈下降趋势,适宜的灌水条件才可以既稳定产量又提高果实品质^[25]。吴桂林等研究表明,合适的水分有利于西瓜可溶性固形物的积累,但水分不宜过高,过高的水分不但不利于西瓜品质的提高,反而增加果实裂果率^[26]。张雯等研究表明,富士苹果交替灌溉有利于提高果实单果重、硬度、果形指数等指标^[27]。任玉忠等研究表明,随着水分的增加能够显著提高枣树果实的横径,滴灌及微喷灌方式下,有利于增大果实的横径^[28]。

3 植物营养

植物营养是植物体与外界环境之间的物质交换和能量交换,营养缺乏或失调会影响植物的生长发育。花芽的分化和发育都需要充足的营养,但如果幼苗在花芽分化期的肥水过于充足或缺失,超过或低

于花芽正常分化和发育的需要时,就会导致花器畸形,产生畸形果。赵建锋等提出,植株自身营养状况和外界环境条件的不当均会造成果实发育成畸形^[29]。

3.1 氮 氮素是花和花序发育必需的营养元素,在一定范围内,氮素能增加花量。西瓜生长过程中,氮肥过量,磷钾肥不足,尤其是钙、钾、硼、锰等微量元素缺乏的情况下,会影响果实发育,极易产生畸形果现象^[30]。为了防止畸形果的发生,番茄育苗床土中速效氮含量应达到 $100 \sim 150 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ^[31]。须晖在番茄中的实验结果表明,随着苗期营养水平的提高,畸形果的发生率反而显著上升。3 大主要营养元素氮、磷、钾中,番茄畸形果的发生受氮元素的影响作用最大,磷第 2,最后是钾^[32]。张光星等实验结果也表明,番茄幼苗期间,较多的氮素和低温是幼果果实畸形的重要影响因子,当氮浓度为 $4 \sim 8 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,畸形果发生率为 30%^[33]。

3.2 磷 磷在花芽孕育中起着重要的作用,缺磷会引起细胞分裂素含量的降低,抑制花芽分化,另外,磷也是核酸和蛋白质膜的重要组分,因此,磷能够促进花芽的形成。须晖等发现番茄秧苗在磷营养供应充足的时候,核酸含量明显增高,茎尖组织细胞分化活跃,花芽细胞数目增加,子房心室分化过多,从而形成畸形果^[32]。柑橘需磷不多,但是缺磷会使果实变小、空心、果皮粗糙、色淡,严重影响果实品质^[34]。当辣椒植株根系吸收磷困难时,绿色果面上会出现紫色斑块,形成紫斑果,主要是花青素积累导致^[35]。李熹以过磷酸钙为磷肥肥源,以日光温室栽培番茄为研究对象,发现适宜磷用量(P_2O_5 , $150 \sim 200 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)能促进植株对氮、钾的吸收以及向果实中的运输,有利于质量和产量的提高^[36]。

3.3 钾 钾元素具有提高植株光合效率,促进果实品质形成的作用,一直被誉为“品质元素”。钾一方面可以促进植株的光合作用,增加碳水化合物的数量;另一方面可以促进蛋白质的活性,提高树体和果实中的蛋白质含量。果蔬施用钾肥明显增甜,其根本原因就是增加了二氧化碳的吸收量、固定量、合成量。缺钾时,桃、梨、苹果等着色不良,耐贮性差。但钾施用过剩,会使果实中糖及可溶性固形物含量下降,硬度降低,耐贮性及风味变差。钾过剩还会引起缺镁和缺钙症状,降低产量和质量。钾能促进果实发育膨大,增加产量,提高树体前期钾的含量,可促进果皮发育,增加果皮厚度,增强抗破裂能力,减轻采前裂果。

3.4 其他中微量元素 除了上述植物必需的 3 大元素外,其他中微量元素,例如钙、镁、锌、硼等也对果实的生长有着较大的影响。研究表明,梨幼果缺硼时,果面局部凹陷,凹陷部组织坏死变褐且木栓化,果面凹凸不平,导致果实畸形^[37]。钙元素的缺失与否,对桃果实的产量和品质都有很大的影响,一定范围内,随着施钙量的增加,油桃果实裂核率显著降低^[38]。

4 植物内源激素和植物生长调节剂

随着植物激素生理学研究的深入,部分研究表明,从植物花期开始到幼果期使用不同的植物激素会对果实的生长发育产生不同的影响^[39]。GA 应用于葡萄,不仅能产生无籽果实,而且施用时间早,还可加长果形。Christodiulon 等研究发现,GA 对葡萄果型发育有重要影响,用 GA 处理葡萄幼果,会使果实纵向生长速度大于横向生长速度,最终呈长椭圆形^[40]。但也有研究表明,GA 会导致红地球葡萄果实出现明显的大小粒现象。何娟研究表明,葡萄整个生长发育过程中,僵化畸形果中的有关促进细胞分裂和生长的激素 IAA、ABA 和 ZR 含量均低于对照水平^[41]。植物激素水平也是导致苹果果形偏斜的内在原因。陆秋农等研究发现,用一定浓度的 6-BA 处理苹果幼果,可以促进果实顶端的五棱状突起的形成^[42]。苹果发育幼果期,植物激素 IAA、ZT、GA₃ 等含量的不足,均会导致畸形果的大量发生^[43]。Beppu 等研究表明,在生产中可以通过喷布 NAA、ABA 或 GA₃ 类外源植物生长调节剂控制甜樱桃畸形果的发生^[44]。目前关于不同种类植物生长调节剂对番茄畸形果发生的影响也有争议,花芽分化期间,不同的生长调节剂会对番茄的形成具有不同的影响。Hosoki 和 Sawhney 等曾报道,GA₃ 可促进番茄花器官的分化和发育,增加子房心室数,促进畸形果的发生^[45-46]。此外,杨晖等认为 2,4-D 可减少番茄子房心室数和畸形果发生^[47],而须晖则认为 BA、IAA、NAA 对畸形果发生无明显影响,这可能是因为施用量和施用方法不同造成的,对此需进一步研究^[48]。Christodiulon 在“汤普森无籽”葡萄开花时,用 $20 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 GA 处理,使果实变长,较迟时处理,则使浆果增大^[40]。Westwood 发现用 GA 诱导坐果的无籽苹果比正常的有籽苹果纵径更长^[49]。Williams 用 $100 \sim 500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 CTK 处理盛花期后 4 d 的金冠苹果,结果发现,CTK 能刺激果实伸长并使

其具有显著的发育良好的萼片突瓣^[50]。普洛马林(为 BA + GA₄ 和 GA₇ 的复合药剂)应用于元帅系苹果,使五棱突出,果形高桩形状更具有典型化,但如施用 PP₃₃₃ 以增加着果率,则必须考虑其降低果实大小和使果形变扁的副作用^[50]。

5 其他因素

除上述因素之外,还有很多其他因素影响果实形状的发育。病虫害也是造成果实畸形的一个不可忽视的原因。在梨树生长过程中,蜡象(如茶翅蜡、梨蜡)、绿盲蜡、康氏粉蚧、黑星病等,均可危害同一个梨果的多个部位,使果面凹凸不平,梨果畸形^[37]。草莓栽培过程中会发生多种病害,这些病害会导致草莓生长中光合作用及养分代谢受阻,导致不同程度的畸形果发生。病虫害同样影响着芒果、桃、葡萄等果实形状的发育,导致大量畸形果的产生。生产实践中,疏花疏果、留果部位、栽培密度等等,都会或多或少的导致果实发育中出现畸形现象。

6 总 结

果实形状是评价鲜食园艺作物产品特别是鲜食水果的商品价值、分类及定级的重要指标。研究影响果实形状发育的相关因素,有助于人们培育出高品质的果实。目前,国内外关于果实形状发育的研究虽然取得了一些进展,但由于不同果实的果形测定及评价方法不同,对果实形状进行客观公正的描述本身就是一个比较棘手的问题,在早酥梨^[51]、油桃^[52]、桃^[53]、杏^[54]、枇杷^[55]等果树中都有报道,果实形状描述易受人为判断影响,给分析带来很大误差。目前,人们对于果实形状的评断标准多依赖于市场的选择,而果实形状又受品种特性、环境因素、植物营养、植物激素等因素单独或共同作用的影响,这给此类研究带来了极大的困难。

总体而言,影响果实性状的因素较多,情况复杂。针对不同果蔬品种,应采用不同手段和方法来防治畸形果的产生。目前,人们多集中于通过选择优良的品种,合适的肥水光照条件,严格的栽培管理措施等手段来尽量保证果实形状的优势。在栽培管理方面,套袋技术结合生长调节剂的使用在很大程度上解决了果实畸形的问题。套袋能有效的隔离病虫害对果实的伤害,降低风、霜、雹对果实的机械损伤,从而减少畸形果的发生。生长调节剂的应用是一项调控果形的重要措施,能预防畸形果的发生。然而,关于果实生长调节剂的研究,目前主要集中在常见的激素种类和树种上,并不能满足市场多元化的需求。因此,应加强不同树种和品种的适用生长调节剂种类、适用浓度、最佳施用时间及混合剂型等方面的研究,使其达到既增加着果、又能保持原有果形或改善果形的目的。

7 展 望

前人的研究表明,果实形状不仅受外在环境条件的影响,而且其遗传机制也很复杂,受到微效多基因控制,受基因间互作的影响,是数量遗传性状,而数量性状的遗传表达依赖于一定的环境因素。陈克玲等对柑橘果形遗传的研究表明,柑橘果实形状是多基因控制的数量性状^[56]。前人在苹果、梨果形上的遗传研究发现,果形指数受多基因控制,是基因间的上位、显性和超显性共同作用的结果^[57]。随着果形遗传分析方法的不断完善,数量遗传和分子遗传的关系也越来越清楚,人们也通过 QTL 定位方法确定了一些与果实形状相关的基因在遗传图谱上的位置,并将其克隆。但是由于植物种类繁多,不同植物果形优势外观不同,果形遗传机制又十分复杂,并且果形发育受环境影响较大,目前人们对果实形状的遗传研究还远远不足。随着后基因组时代的到来和转录组的普遍应用,利用生物技术手段研究果实形状发育的遗传机制,将是未来的重要研究方向。人们将有望根据自己的需要,培育出理想果形的果实。

参考文献:

- [1] 赵静,何东健.果实性状的计算机识别方法研究[J].农业工程学报,2001(2):165-167.
- [2] 梁家伟.外源激素对富士苹果果形影响的研究[D].乌鲁木齐:新疆农业大学,2014.
- [3] 薛志霞.“富士”苹果果实偏斜影响因素的研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2011.
- [4] 徐广辉,王梅,段立霄,等.日光温室草莓品种畸形果评价[J].河北农业大学学报,2005(6):54-57.

- [5] 李悦, 李天来, 王丹. 番茄心室形成的遗传规律初探[J]. 遗传学报, 2007(11): 1028–1036.
- [6] Micke W C, Yeager J T. Doubling potential of sweet cherry cultivars[J]. California Agriculture, 1983, 37(3): 24–25.
- [7] Roversi A, Monteforte A, Panelli D, et al. Observations on the occurrence of sweet cherry double-fruits in Italy and Slovenia[J]. International Cherry Symposium, 2005, 795: 849–85.
- [8] 姚丰平, 林莉, 吴家森, 等. 猕猴桃畸形果产生原因及对策[J]. 浙江林业科技, 2002(2): 36–37.
- [9] 董存田, 齐永顺, 夏墨祥, 等. 不同品种花粉授粉对鸭梨果实性状的影响[J]. 河北果树, 1998(S1): 29–32.
- [10] 姜建福. 甜樱花芽分化及温度对其影响的研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2009.
- [11] 李天来, 王平, 须晖, 等. 苗期夜温对番茄畸形果发生的影响[J]. 中国蔬菜, 1997(2): 3–8.
- [12] 刘英华. 早春番茄畸形果发生的原因及对策[J]. 农家参谋, 1999(12): 10.
- [13] 李勇. 芒果落花落果的原因及防治技术[J]. 云南农业科技, 2012(3): 43–44.
- [14] 刘建雄. 西瓜坐果差畸形果多的原因与预防措施[J]. 湖南农业科学, 2007(5): 88–89.
- [15] 朱静娴. 人工补光对植物生长发育的影响[J]. 作物研究, 2012(1): 74–78.
- [16] 常丽, 李敏慧. 番茄畸形果的发生与防治[J]. 农村科学实验, 2011(10): 19.
- [17] 李天来, 须晖, 郭泳, 等. 苗期光照度对番茄畸形果发生的影响[J]. 辽宁农业科学, 1997(2): 22–25.
- [18] Beppu K, Kataoka I. Artificial shading reduces the occurrence of double pistils in ‘Satohnishiki’ sweet cherry[J]. Scientia Horticulturae, 2000, 83(3): 241–247.
- [19] 别府賢治, 片岡郁雄. Studies on pistil doubling and fruit set of sweet cherry in warm climate[J]. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, 2011, 80(1): 1–13.
- [20] 耿新丽, 张翠环, 张银欢, 等. 光照强度对甜瓜果实发育的影响[J]. 中国瓜菜, 2014(4): 37–39.
- [21] 阿地里, 张秀云, 沙热木, 等. 哈密瓜畸形果产生原因及防治措施[J]. 西北园艺(蔬菜专刊), 2009(1): 48.
- [22] 赵英, 程智慧, 孟焕文. 不同光质果袋春夏季节套袋对番茄果实发育及品质的影响[J]. 中国生态农业学报, 2008(6): 1398–1402.
- [23] 吴根良, 郑积荣, 李许可. 不同LED光源对设施越冬辣椒果实品质和产量的影响[J]. 浙江农林大学学报, 2014(2): 246–253.
- [24] 陶抵辉, 彭俊彩. 西瓜常见果实发育异常的原因及预防措施[J]. 湖南农业科学, 2010(1): 100–102.
- [25] 李苏学德, 郭绍杰, 吴鹏, 等. 不同灌水处理对克瑞森无核葡萄光合特性及果实品质的影响[J]. 安徽农业科学, 2011(30): 18649–18652.
- [26] 吴桂林, 王克勤. 不同水分供应对西瓜营养和果实生长及果实品质的影响[J]. 河北农业大学学报, 2008(2): 37–41.
- [27] 张雯, 安贵阳, 李翠红. 根系分区交替灌溉对富士苹果光合作用及果实品质的影响[J]. 西北林学院学报, 2010(6): 33–37.
- [28] 任玉忠, 王水献, 谢蕾, 等. 干旱区不同灌溉方式对枣树水分利用效率和果实品质的影响[J]. 农业工程学报, 2012(22): 95–102.
- [29] 赵建锋, 秦进华, 孙玉东, 等. 番茄畸形果研究进展[J]. 安徽农业科学, 2007(31): 9880–9881.
- [30] 汤丽玲. 日光温室番茄的氮素追施调控技术及其效益评估[D]. 北京: 中国农业大学, 2004.
- [31] 刘君. 番茄畸形果发生与防治[J]. 北方园艺, 1999(5): 69.
- [32] 须晖, 李天来, 郭泳, 等. 苗期营养水平对番茄畸形果发生的影响[J]. 中国蔬菜, 1997(5): 12–14.
- [33] 张光星, 王靖华, 杨锦忠, 等. 低温胁迫和氮素营养对番茄畸形果发生的影响[J]. 中国农业科学, 1998(1): 22–27.
- [34] 李泽碧, 王正银. 柑橘品质的影响因素研究[J]. 广西农业科学, 2006(3): 307–310.
- [35] 王洪岩. 辣椒畸形果及紫斑果出现的原因及防治措施[J]. 现代农业, 2012(12): 37.
- [36] 李熹. 日光温室番茄磷肥需求阈值研究[D]. 石家庄: 河北师范大学, 2007.
- [37] 陈鲜花, 许政良. 畸形梨的起因与防止对策[J]. 现代园艺, 2007(7): 40–41.
- [38] 李中勇, 高东升, 王闯, 等. 土壤施钙对设施栽培油桃果实钙含量及品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2010(1): 191–196.
- [39] 丁长奎, 章恢志. 植物激素对枇杷果实生长发育的影响[J]. 园艺学报, 1988(3): 148–154.
- [40] Christodoulou A, Pool R, Weaver R. Prebloom thinning of Thompson seedless grapes is feasible when followed by bloom spraying with gibberellin[J]. California Agriculture, 1966, 20(11): 8–10.
- [41] 何娟. 植物生长调节剂对葡萄果实发育过程中内源激素变化规律的影响[D]. 石河子: 石河子大学, 2009.
- [42] 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): 4–10.
- [43] 杜研. 阿克苏富士苹果果形形成机理与调控研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2013.
- [44] Beppu K, Yanaihara M, Ikeda T, et al. Effects of phytohormones on the occurrence of double pistils in sweet cherry (*Prunus*

- avium*) [J]. Horticultural Research 2007 6(4): 123–125.
- [45] Sawhney V K, Greyson R I. Induction of multilocular ovary in tomato by gibberellic acid [J]. Journal of the American Society for Horticultural Science, 1971, 16: 196–198.
- [46] Hosoki T, Ohta K, Asahira T et al. Relationship between endogenous hormone and nutrient levels in shoot apices of tomato and occurrence of fruit malformation and its control by auxin spray and nutritional restrictions [J]. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, 1985, 54(3): 65–68.
- [47] 杨晖, 蒋新龙, 陈先知. 影响番茄花芽分化的因素及与畸形果发生的关系 [J]. 长江蔬菜, 2005(2): 35–37.
- [48] 须晖, 李天来, 郭泳, 等. 番茄幼苗体内激素含量与畸形果发生的关系 [C]//中国园艺学会. 中国园艺学会第四届青年学术讨论会论文集. 哈尔滨: 中国园艺学会, 2000: 350–354.
- [49] Westwood M N, Bjornstad H O. Effects of gibberellin GA_3 on fruit shape and subsequent seed dormancy of apple [J]. Hort-Science, 1968(3): 19–20.
- [50] Williams M W, Stahly E A. Effect of cytokinins and gibberellins on shape of Delicious apple fruits [J]. Journal of the American Society for Horticultural Science, 1969, 94(1): 17.
- [51] 魏闻东, 李秀根. 早酥梨正反交后代亲本性状的遗传倾向分析 [J]. 果树科学, 1993(4): 218–220.
- [52] 马瑞娟, 俞明亮, 沈志军, 等. 霞光油桃 $\times$ NF 油蟠桃组合 F_1 代果实主要性状的遗传倾向 [J]. 江苏农业学报, 2007(6): 622–625.
- [53] 田建保, 王占和. 桃杂交后代主要经济性状遗传变异分析 [J]. 果树科学, 1996(S1): 15–19.
- [54] 赵习平, 冯之胜, 宣立锋, 等. 杏杂交后代果实性状的遗传变异研究 [J]. 河北农业科学, 2005(1): 28–31.
- [55] 郑少泉, 许秀淡, 黄金松, 等. 枇杷若干性状的遗传研究 I. 果实性状的遗传倾向研究 [J]. 福建省农学院学报, 1993(1): 19–26.
- [56] 陈克玲, 陈力耕, 钟广炎, 等. 柑桔果形遗传的研究 [J]. 西南农业大学学报, 1994(2): 120–123.
- [57] 丁立华. 苹果梨杂种后代果实主要经济性状遗传规律初探 [J]. 吉林农业科学, 2000(6): 38–43.

Advances in the Study off Actors Influencing Fruit Shape

GAO Huijun, LI Peng, DONG Tao

(Institution of Fruit Tree Research, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou, Guangdong 510640, China)

Abstract: The fruit shape is an important index for the fruit appearance quality evaluation. There were a lot of fruit plant cultivation with the poor quality and even appeared deformity fruit phenomenon. The fruit shape is influenced by many factors in the process of development. This document describes varieties, cultivation environment, plant nutrition, plant hormones and other factors on the impact of the development of fruit shape in order to improve the fruit appearance quality and provides the certain reference value.

Keywords: Fruit shape; Deformity fruit; Varieties; Plant nutrition; Plant hormone