

苹果果实品质形成及影响因素分析

王向斌, 周会玲, 张晓晓, 田 蓉, 侯雪倩

(西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要:通过对苹果外观品质(果实色泽、果形和大小)和内在品质(可溶性固形物、可滴定酸、果实硬度、香气成分)形成规律及主要影响因素进行分析,提出了提高苹果果实品质的关键措施:科学施肥适时灌水,提高树体营养水平;整形修剪,提高光能利用率;科学套袋,改善果实外观品质;适时采收,确保品质和耐贮性。

关键词:苹果;果实;品质;形成;影响因素

中图分类号:S 661.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)13-0186-04

品质是决定果实市场竞争力的重要因素。近年来,随着苹果栽培面积的不断扩大,苹果产量逐年增加,消费者对苹果品质的要求也越来越高。了解苹果品质形成规律,分析影响苹果品质形成的因素及改善措施,对提高商品率、增强苹果的市场竞争力具有重要意义。

1 苹果品质的形成

苹果品质由外观品质和内在品质构成。外观品质包括果实色泽、果形和大小等,内在品质包括糖酸含量、果实硬度和香气成分等^[1]。

1.1 色泽的形成

苹果果实表面色泽主要由遗传因素决定,因品种而异,有红色和黄绿色之分。决定苹果果实色泽的主要物质有叶绿素、花青苷和胡萝卜素等^[2]。一般说来,未成熟果实中主要含有叶绿素,因而表现绿色,随着果实成熟,叶绿素不断降解,花色苷和类胡萝卜素合成增加,因而绿色消失,红色品种则由于花青苷含量增加而呈现红色,黄色品种中以胡萝卜素和叶黄素增加较多而呈现黄色。

1.2 果形和大小的形成

苹果果形为受多基因控制的数量性状,有长形、圆形、扁形、棱形、柱形等多种果形。果形偏斜与内源激素分布有关。苹果落花后着生状态的不同(顶生、侧生、下垂)引起内源激素分布不均,这影响到果实内营养的再

分配,从而使果实不同部位膨大生长程度不同,是苹果果形偏斜的重要原因^[3]。果实大小取决于果肉细胞数量和细胞大小,果实发育初期以细胞数量增加为主,之后以细胞容积和细胞间隙扩大为主^[2]。在果实发育初期,花后 30 d 左右出现第一次生长高峰,主要进行细胞分裂,细胞数目显著增加^[4]。在果实发育后期,花后 95~125 d 出现第二次生长高峰,果实细胞大小和细胞间隙显著增大^[5]。随后果实生长率降低并保持相对稳定,一直持续到果实采收^[4]。

1.3 可溶性固形物的形成

可溶性固形物主要指可溶性糖类,包括果糖、葡萄糖、蔗糖,其中果糖最甜。由于果糖、葡萄糖、蔗糖自身甜度的不同和含量的差异,而使果实表现出不同的风味品质^[6]。幼果期果实含糖量较低,果实膨大盛期果实含糖量急剧上升,此后增速减缓。随着果实的成熟,碳水化合物主要形式淀粉被水解为可溶性糖,糖含量显著上升^[4]。在果实发育期间,果糖含量变化与全糖变化规律相似,含量显著增加,成为主要的可溶性糖。葡萄糖含量在花后 45~75 d 略有下降,发育后期又有所增加,而蔗糖含量在果实成熟前(花后 90~180 d)急剧上升^[4,7]。可溶性糖的形成与积累主要来自光合产物的生产、运输、分配以及果实糖代谢^[8]。山梨糖醇是苹果光合作用转化的主要产物,山梨糖醇的积累出现在近成熟和成熟期^[9]。

1.4 可滴定酸的形成

可滴定酸是指果实中的可溶性有机酸,以二羧酸、三羧酸为主,苹果果实中含苹果酸最多,占总酸量的 90%,柠檬酸、琥珀酸等其它酸占 10%^[2]。苹果果实中少量的单宁物质,能增强其它有机酸的酸味感觉。果实生长前期,有机酸生成量大,但含量较低。果实迅速膨大期,有机酸生产量和含量达到高峰。随着果实成熟,

第一作者简介:王向斌(1990-),男,河南荥阳人,硕士研究生,研究方向为园艺产品品质及市场。E-mail:xiangbin263@163.com.

责任作者:周会玲(1969-),女,陕西丹凤人,博士,副教授,研究方向为园艺产品采后生理及贮藏保鲜。E-mail:zhouhuiling@nwsuaf.edu.cn.

基金项目:国家苹果产业技术体系资助项目(NYCYTX-08-05-02)。

收稿日期:2015-01-28

果实中有机酸含量显著下降。临近成熟时单宁含量明显减少,对降低酸度有重要作用^[10]。

1.5 果实硬度的形成

果实硬度形成的内因是细胞间的结合力、细胞构成物质的机械强度和细胞膨压。细胞间的结合力受果胶的影响。随着果实成熟,可溶性果胶增多,原果胶减少,果实细胞间失去结合力,果肉变软,果实硬度降低。细胞壁的构成物质中,果胶和纤维素含量与硬度关系很大。细胞壁中的木质素等多糖与细胞的机械强度有关^[2]。

1.6 果实风味的形成

果实风味主要取决于果实中所含芳香物质的种类和含量,一般说来,苹果果实中主要芳香物质有酯类、醛类、醇类、酮类和挥发性酚类物质^[11]。随着果实成熟,挥发性芳香物质开始形成。果实香气物质的形成是以脂肪酸、氨基酸、碳水化合物等果实中基本物质为前体物质或底物,在果实生长和发育过程中经过一系列酶的作用形成的。果实芳香物质形成的主要代谢途径有:脂肪酸代谢途径、氨基酸代谢途径和碳水化合物代谢途径^[12]。

2 影响苹果品质形成的因素

影响苹果品质形成的因素有很多,主要可分为3方面:一是遗传因素,这与果树种质基因有关,栽培措施几乎不可能改变果树的遗传性状,主要靠优良品种选育;二是气候条件,如温度、日照时长、降水等,不可人为控制;三是栽培技术措施,如肥水管理、果实套袋技术、铺反光膜、摘叶转果、适时采收等。每一种品质都是由多种因素相互作用、共同影响的。

2.1 影响果皮着色的因素

促使苹果果皮呈红色的主要色素是花青苷^[13],果皮中花青苷的种类、含量及分布状况对果实着色起决定性作用。花青苷的形成主要受光照、温度、可溶性固形物积累、矿质营养等的影响。同时也受萘乙酸、乙烯利等生长调节物质的影响^[14]。

光照和温度可诱导花青素的形成从而影响果实着色。在果实着色期内,光照达到全日照的70%以上时,苹果着色良好。光照为全日照的40%~70%时,果皮有一定着色。光照低于全日照的40%以上时,苹果不着色^[13]。低温促进花青苷形成,而高温则抑制花青苷形成。冷凉干燥的气候条件有利于果实着色,且着色期温差大于10℃时果皮着色较好。因此,在果实着色前期,可通过清理树盘内杂草、铺设反光膜,以改善树冠内和冠下的光照条件,提高下垂果的着色面积^[14]。

矿质营养和糖分积累是花青苷形成的物质基础,是影响果实着色的关键因素。若糖分积累过少则不利于

红色发育。氮素过多不利于着色,因为氮素可促进枝叶繁茂、降低碳水化合物积累。钾可促进果实着色,缺铁果实着色不良。因此,科学合理施肥、适时灌水,提高树体营养水平和碳水化合物积累,可促进果实着色^[14]。采用套袋技术能明显改善果实着色,同时使果面细嫩光洁、着色鲜艳。生产实践中应综合考虑各种因素,运用多种技术措施,如采前对果园喷水降温、适当推迟采收期等,以利于果实着色。

2.2 影响苹果果形指数的因素

果形指数(L/D)是衡量果实外观品质的主要指标之一。果形指数偏低是限制我国苹果出口的主要因素。果形指数在0.8~0.9的苹果为圆形或近圆形;在0.6~0.8之间的苹果为扁圆形,果形指数在0.9~1.0的苹果近椭圆形;而大于1.0的苹果为长圆形。市场上对富士苹果的果形指数要求在0.85以上,对“元帅”系苹果的要求在0.9以上^[15]。

影响果形指数的关键因素是果实内源激素含量及分布。人工授粉、调整果实着生状态、外施生长调节剂可改善果实内源激素含量和分布。在果实细胞分裂旺盛期,人工授粉的果实果肉IAA、ZT、GA₃含量显著高于自然授粉,可使果肉细胞加速膨大^[16]。人工授粉通过影响果实内激素含量而使果实偏斜率降低、果形指数提高。调整果实着生状态,可在留果时多留下垂果,少留斜生果,调整和利用中长结果枝结果,使果实呈自然下垂状,可促进内源激素的均衡分布和提高果形指数^[3]。外施生长调节剂,如在花期喷施果形素水剂,能显著提高苹果的果形指数。喷施方法:重点喷花托,浓度600倍最佳,喷施2次优于1次,2次间隔7~10 d^[15]。

影响果形指数的主要环境因素是水肥条件和温度。果形指数的提高主要靠促进纵径的生长,而纵径的生长主要在细胞分裂阶段。充足的树体营养和适当的低温能促进细胞分裂。因此加强水肥管理、提高树体营养可明显提高果形指数。果实生长成熟期6—9月及品质形成期9—10月的平均最低气温影响细胞分裂和纵径生长,对苹果果形的形成影响很大。富士苹果果形指数最大时,6—9月平均最低气温为14.7℃,9月平均最低气温为10.4℃^[17]。

2.3 影响苹果果实大小(单果重)的因素

肥水管理、光照、降水、温度、果树负载量等因素可影响树体营养和碳水化合物积累,从而影响果实大小。

科学施肥、提高树体营养水平是果树结大果的营养基础^[18]。配方施肥、多施有机肥、适时适量施用氮肥、增施磷钾肥等科学施肥方法可提高树势,增加树体营养积累。

影响果实大小的环境因素是降水、光照、温度。缺水影响果实的增大和产量的增加,合适的降水有利于果

实细胞中液胞容积的增大,从而增加果重。光照通过影响果树绿色叶片的光合作用而影响碳水化合物的积累。苹果在一定温度、光照、降水和肥水管理条件下,单果重的增长与1—9月日照时数呈正相关^[13]。夜间低温可减少呼吸作用对碳水化合物的消耗,白天高温有利于光合作用积累,因此较大的昼夜温差可促进碳水化合物的积累从而利于结大果。

果树负载量对果实单果重影响很大。负载量过大,果实的单果重、着色率降低,果实品质下降,树体衰弱,病害严重。负载量低则产量偏低,影响经济效益^[19]。为保证苹果品质和产量,疏花疏果时要确定合适的负载量,负载量的确定因品种特性、果园立地条件、树体发育水平而异^[20]。依照负载量标准,果台间距控制在20~25 cm。疏果时多留花序中心果,尽量留单果,疏除梢头果、弱枝果、小果病果、畸形果^[2]。

2.4 影响苹果糖、酸含量的因素

苹果中糖、酸含量与气温、日照等环境因素以及栽培管理措施密不可分。

苹果糖分的积累在成熟前1个月左右,总糖含量取决于8—9月平均最高气温和年降水量。在30℃以内,果实中糖含量随着温度的升高而线性增加^[17]。在黄土高原地区,影响苹果糖含量的最佳年降水量应在500 mm左右^[17]。影响果实可滴定酸含量的直接因素是气温。同一品种在高温条件下成熟时,其果实的含糖量高而含酸量低,反之则含糖量低而含酸量高。

可溶性固形物含量是衡量苹果风味品质和成熟度的重要指标,包括糖、酸、维生素、矿质元素等,但主要是可溶性糖类。影响苹果中可溶性固形物含量的主要环境因素是9—10月降水量^[13]。9—10月降水量多、光照不足,则会使果实着色不良、糖分减少。覆盖反光膜可明显提高可溶性固形物在果实中的含量,并改良苹果风味和改善果实着色。套袋可使果实可溶性固形物降低。

2.5 影响苹果果实硬度的因素

果实果树的位置以及矿质营养条件都对苹果果实硬度有影响。生长在冠外的果实比冠内的果实硬度高、着色好。钙、钾具有增加果肉细胞壁强度,提高果实硬脆度的作用;锰、锌具有促进果实软化的作用;铜具有提高果实韧性的作用^[18]。但是单一矿质元素含量不能作为影响果实品质的指标,因此在生产实践中应综合考虑各种影响因素,改善果实硬度和口感。

3 提高苹果品质的关键措施

3.1 科学施肥、适时灌水,提高树体营养水平

科学合理施肥、适时灌水,能增树势,满足苹果果实生长营养所需,改善果实品质。

科学合理施肥的关键是在秋施基肥时增施有机肥,这样可促进根系吸收营养,增加树体营养水平。树体较

高的营养贮备和早春土壤中养分的及时供应,可满足春季发芽展叶、开花坐果和新梢生长的营养需求。施肥时间对施肥效果影响很大。一般说来早熟品种在采果后施用,中晚熟品种在采果前后施用^[18]。“秋肥春施”等晚施方法,势必会影响翌年春季开花坐果和果实产量及品质。

科学施肥还要注意合理追肥。合理追肥应因树施肥和根据苹果各个生长期需肥特点追肥。旺长树应避开新梢旺长期,应在春梢、秋梢停长期追施磷钾肥;衰弱树应在旺长前追施速效肥;结果壮树在萌芽前追肥以氮为主,以利于发芽抽梢、开花坐果,果实膨大期以磷钾肥为主,加速果实生长,促进增糖着色。根据果树需肥特点,全年有3个关键追肥期,分别是萌芽肥、坐果肥和果实速长肥。萌芽肥一般在3月下旬到4月初,追施速效氮肥,满足萌芽开花、坐果及新梢生长营养所需。坐果肥一般在5月下旬到6月上旬追施,以氮磷钾复合肥为主,促进花芽分化,提高坐果率,增大果个。果实速长肥一般在7月下旬到8月下旬施入,以磷钾肥为主,促进发新根,提高叶片功能,增加单果重和产量^[18]。

适时灌水可满足果实不同时期生长对水分的需求,提高果实品质。适时灌水应根据当地苹果需水规律,在不同时期灌水。一般年份苹果树应在萌芽期、春梢生长期、果实膨大期、秋施基肥后等时期结合施肥灌水。另外要灌封冻水,以保证果树安全越冬^[18]。

3.2 整形修剪,提高光能利用率

整形修剪可以调节果树与环境的关系,合理利用光能。通过不断调整树体,达到树体生长与成花结果的有机统一。提高果实着色、增加内含物,从而提高果实品质^[2]。

整形修剪要注意树形选择和修剪时期及方法。树形选择要与果园类型配套。矮化密植果园多选择纺锤型,乔化稀植果园采用开心型。修剪时期以夏剪为主,修剪手法以疏枝、放枝、拉枝的简化修剪为主。拉枝处理、摘心处理、扭梢处理,均有效提高了果实可溶性固形物、可溶性糖、维生素C含量和糖酸比,均降低了淀粉和有机酸含量。二次摘心处理效果较一次摘心效果更明显^[18]。修剪时注意调节枝量和枝质,并做好伤口保护,以实现苹果早果丰产、优质高效的目的。

3.3 科学套袋,改善果实外观品质

苹果果实套袋能显著提高苹果着色程度和果面光洁度^[21],改善果实的外观品质和商品果率,但同时套袋降低了苹果果实的糖、酸含量,对果实风味有一定的影响。选择合适的套袋、摘袋时间、采用适宜的果袋类型、正确的配套技术是决定果实品质的关键^[18,22]。

苹果套袋一般在落花后30~40 d进行,采收前20~30 d摘袋,外观品质和内部品质最佳。摘袋过早,果实

着色重,光泽度差,果点大且果面不洁净。摘袋过晚,果面着色缓慢,着色不佳,果面蜡质形成受阻导致耐贮性下降。最佳的摘袋时间是 9:00—11:30 和 14:30—17:00。内袋为红色涂蜡的双层袋,应分 2 次摘袋,先摘除外袋,经过 3 个晴天,再摘除内袋;内袋为黑色涂墨的双层袋,由于内外袋粘连,可一次性摘除。

摘袋前后要结合一定的配套措施。摘袋前疏剪掉内膛过密枝、大枝背上长条枝以及徒长枝,使冠内通风透光,促进摘袋后果实着色。摘袋后应配合摘叶、转果、铺反光膜等措施,增加果实着色率。摘叶要把树冠中遮挡果面、影响着色的叶片摘除。转果一般在摘袋后 1 周进行,为防止发生日灼要避免中午转果。铺反光膜应在果实进入着色期前进行,采用沿树干顺行覆盖法,覆膜后要保持膜面干净,雨后及时清除淤泥。铺反光膜可利于果实下部着色,并提高果实可溶性固形物积累^[23]。

3.4 适时采收,确保品质和耐贮性

适时采收要根据果实的成熟度、品种特性、市场需求以及气候条件等来具体确定^[2]。采收期的早晚对果实产量、品质以及耐贮性影响很大。采收过早则果实发育尚未充分成熟,内部营养物质积累不足,果实口感和风味未达到品种最佳,且贮藏期间容易失水皱缩。采收过晚,则果实耐贮性降低、腐烂率提高,且容易引发衰老褐变等病害^[24]。正确确定果实成熟度,适时采收,才能获得品质好、产量高的果实。

参考文献

- [1] 聂继云,李志霞,李海飞,等.苹果理化品质评价指标研究[J].中国农业科学,2012,45(14):2895-2903.
- [2] 郝荣廷.果树栽培学总论[M].北京:中国农业出版社,2009:112-113.
- [3] 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.
- [4] 李慧峰,李光林,吕德国,等.苹果果实生长发育数学模型研究[J].江西农业学报,2008,20(4):40-42.
- [5] 魏建梅,齐秀东,朱向秋,等.苹果果实糖积累特性与品质形成的关系[J].西北植物学报,2009,29(6):1193-1199.
- [6] Wang Y Z,Zhang D P. A study on the relationships between acid intertise, sucrose synthase and sucrose metabolism in Red Fuji apple fruit[J]. Acta Horticulturae Sinica,2001,28(3):259-261.
- [7] 天勤科,吴艳新,曹自成,等.富士苹果果实发育生理研究[J].河北林业科技,2004(6):5-7.
- [8] Wang H B,Chen X S,Xin P G,et al. Study on sugar and acid constituents in several early apple cultivation and evaluation of their flavor quality[J]. Journal of Fruit Science,2007,24(4):513-516.
- [9] 邓丽莉,生吉萍.苹果果实糖代谢过程及其调控研究进展[J].保鲜与加工,2012,12(1):1-5,11.
- [10] 于绍夫.苹果果实品质的形成与提高果实质量的技术途径[J].烟台果树,1986(2):1.
- [11] 赵峰,王少敏,高华军,等.套袋对红富士苹果果实芳香成分的影响[J].果树学报,2006,23(3):322-325.
- [12] 黎源,董涛.果实香气物质的研究[J].热带生物学报,2013,4(3):266-275.
- [13] 周纯,林盛华,李武兴,等.影响苹果品质形成的主要环境因子研究初报[J].山西果树,2002(2):5-7.
- [14] 贾少武.促进红富士苹果着色的技术措施[J].果农之友,2007(8):16-17.
- [15] 杨刚,张先林,张江.果色素对苹果果形指数影响的研究[J].林业科技开发,2001,15(1):28-29.
- [16] 杜研,李建贵,侍瑞,等.授粉受精对富士苹果果形形成的影响[J].新疆农业大学学报,2013,36(3):202-206.
- [17] 朱琳,郭兆霞,李怀川,等.陕西省富士系苹果品质形成气候条件分析及区划[J].中国农业气象,2001,22(4):50-53.
- [18] 迟斌,高文胜.苹果有袋栽培关键技术集成[M].北京:中国农业出版社,2013:112-125.
- [19] 王少敏,张勇.不同负载量对套袋新红星苹果果实品质的影响[J].山东农业科学,2008(4):41-44.
- [20] 路超,王金政,康冰心,等.盛果期红富士苹果树适宜负载量研究[J].山东农业科学,2009(10):35-38.
- [21] 杨小强,高峰涛,王艳,等.苹果套袋对果实品质的影响[J].河北果树,2014(1):8-11.
- [22] 马艳芝.不同时期摘袋对红富士苹果果实品质的影响[J].江苏农业科学,2009(4):218-219.
- [23] 刘瑞莉.红富士苹果摘袋前后管理技术[J].河北果树,2010(4):38.
- [24] 牛锐敏,饶景萍,韩新花,等.不同采收期对红富士苹果贮藏品质的影响[J].西北农业学报,2006,15(3):171-174.

Analysis of Apple Fruit Quality's Formation and Influencing Factors

WANG Xiangbin,ZHOU Huiling,ZHANG Xiaoxiao,TIAN Rong,HOU Xueqian

(College of Horticulture,Northwest Agriculture and Forestry University of Science and Technology,Yangling,Shannxi 712100)

Abstract: By analyzing the formation law and main influencing factors of apple fruit's appearance quality (fruit color, shape and size) and inherent quality (soluble solids, titratable acidity, fruit firmness and aroma components), the key measures to improve the quality of apple fruit were proposed: fertilizing scientifically and irrigating timely to improve the nutritional level of the apple tree. Pruning to improve energy utilization. Bagging scientifically to improve apple fruit's appearance quality. Harvesting timely to ensure the best quality and storability of apple fruit.

Keywords: apple; fruit; quality; formation; affect factors