

红皮石榴种质资源及其果皮着色机制研究进展

廖光联, 陈璐, 姜志强, 徐小彪*

(江西农业大学农学院, 南昌 330045)

摘要: 果皮色泽是果实外观的重要品质特征之一, 红皮石榴因具有特殊的经济性状深受国内消费者的青睐。综述了红皮石榴种质资源现状及其选育状况, 总结了国内对于石榴果皮着色机制的研究进展以及套袋对石榴果实着色的影响, 最后对石榴果皮着色机制研究存在的问题提出了对策, 以期对石榴果实着色机制以及调控的研究奠定基础。

关键词: 石榴; 种质资源; 红皮; 着色机制

中图分类号: S665.4

文献标志码: A

文章编号: 1009-9980(2017)Suppl.-001-05

Germplasm resources of red-peel pomegranate and research progresses of mechanism of the peel color formation

LIAO Guanglian, CHEN Lu, JIANG Zhiqiang, XU Xiaobiao*

(College of Agronomy, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, Jiangxi, China)

Abstract: Skin color is one of the important characteristics of fruit quality, red-peel pomegranate was favored by consumers due to its special economic characters. In this article, the recent researches on germplasm resources of red-skinned pomegranate and breeding state were summarized. The research advances on peel coloring mechanism and the influence of bagging on the coloration of pomegranate fruit were also reviewed. Finally, suggestions on peel coloring mechanism study of pomegranate were put forward, aim to lay a foundation for the study of the mechanism of pomegranate fruit coloring and regulation.

Key words: Pomegranate; Germplasm resource; Red-skinned; Coloring mechanism

石榴为石榴科石榴属落叶灌木或小乔木植物, 石榴属有2个种, 作为栽培的只有1个种, 即石榴, 又名安石榴(*Punica granatum* L.)^[1], 其具有耐干旱、耐瘠薄、易栽培、好管理等优点。石榴营养丰富, 籽粒含碳水化合物17%以上, 维生素C含量超过苹果、梨1~2倍, 风味甜酸爽口; 除鲜食外, 还可加工成果汁、果酒、果醋等。但我国并非石榴原产地, 其原产于伊朗、阿富汗等中亚一带, 至西汉张骞出使西域得涂林安石榴引入我国, 现在在我国东中西南部各地区均有栽培。从面积和产量上而论, 陕西临潼、山东枣庄、安徽怀远、四川会理等攀西地区和云南蒙自等地区是我国最有影响的五大产区^[2-3]。石榴成熟的季节在中秋、国庆两大节日期间, 是两大节日的佳品。根据果实成熟期分为早熟、中熟、晚熟品种; 根据用

途分为果汁类和鲜食类; 根据子粒软硬分软子和硬子; 根据果皮颜色分为红皮、青(绿)皮、白皮、黄皮、粉皮、紫皮及条纹等^[4], 其中红皮石榴栽培面积较广, 因果皮鲜艳美丽, 深受中国人喜欢。红皮石榴作为我国优良的种质资源, 近年来, 对于红皮石榴的研究也越来越多, 现对红皮石榴种质资源的分布及其优株作一梳理, 同时对其果皮着色机制最新研究进展作一综述, 以期对我国红皮石榴的研究及生产应用提供参考依据。

1 红皮石榴种质资源现状

1.1 红皮石榴种质资源分布情况

2000多年前石榴经丝绸之路传入我国, 经过长期的驯化栽培, 形成了山东、陕西、河南、云南、安徽、

收稿日期: 2017-08-24 接受日期: 2017-09-10

基金项目: 国家科技基础性工作专项(2012FY110100-7)

作者简介: 廖光联, 男, 在读硕士研究生, 研究方向: 果树种质资源与生物技术。Tel: 18770910160, E-mail: 3118697613@qq.com

*通信作者 Author for correspondence. Tel: 13767008891, E-mail: xb Xu@jxau.edu.cn

新疆等几大石榴栽培区,品种超过 230 个^[5]。现在山东峯城国家石榴种质资源圃,已收集品种资源达 289 份^[6]。红皮石榴主要分布于河南省、四川省、山东省、陕西省、安徽省和云南省,其他各地也均有小面积栽培。其中河南省有 6 个,优良品种为‘大红甜’‘大红袍’,其他品种有‘小红酸’‘大红酸’‘胭脂红’‘栾川红’。四川省有 2 个,优良品种为‘红皮’,其他品种有‘红皮酸’。山东省有 7 个,优良品种为‘枣庄红’‘泰山红’‘大红皮甜’,其他品种有‘小红皮甜’‘红麻皮’‘大红皮酸’‘小红皮酸’。陕西省有 13 个,优良品种为‘大红甜’‘天红蛋’‘软籽红’‘软籽天红蛋’‘红皮甜’,其他品种有‘红籽白’‘玫籽白’‘粉花白’‘大红酸’‘晚霞红’‘银边红’‘红皮酸’。安徽省有 3 个,优良品种为‘粉皮’‘红皮半口酸’‘萧县

红’等。云南省有 8 个,优良品种为‘火炮’‘红花皮’‘红皮白子’‘红水晶’,其他品种有‘红壳’‘红皮酸’‘红籽’‘大红籽’等。江苏省有 2 个,优良品种为‘大红种’,其他品种有‘小红种’。河北省有 3 个,优良品种为‘大红皮甜’,其他品种有‘大红皮酸’‘火石榴’。广西有 1 个,优良品种为‘胭脂红’。浙江省有 1 个,优良品种为‘华墅大红’。湖南省有 1 个,优良品种为‘红石榴’。

1.2 红皮石榴种质资源选育情况

各地在对传统优良种质资源调查、收集、保存、评价、利用的基础上,加大了新品种的选育工作,一些科研院所也开展了红皮石榴的杂交育种、芽变选种等工作,并培育出具有自主知识产权的石榴新品种,如表 1。

表 1 部分红皮石榴种质资源

Table 1 Some germplasm resources of red-skinned pomegranate

品 种 Cultivar	果实成熟期 Fructescence	果皮阳面颜色 Peel color of sunny side	平均单果质量 Average fruit mass/g	最大单果质量 Maximum fruit mass/g	果实形状 Fruit shape	ω (可溶性固形物) SSC/%
枣庄红 ^[7] Zao Zhuang Hong	8月中下旬 Mid and late Aug.	艳红色 Deep red	502	1 278	近球形 Subsphaeroidal	16.0~19.0
短枝红 ^[8] Duan Zhi Hong	9月上旬 Early Sept.	浓红色 Erimson	340	7 602	扁圆形 Oblateness	16.0
大红袍 ^[9] Da Hong Pao	9月上旬 Early Sept.	鲜红色 Bright red	750	1 250	扁圆形 Oblateness	16.5
世纪红 ^[10-11] Shi Ji Hong	9月上旬 Early Sept.	鲜红色 Bright red	480	1 200	近圆形 Suborbicular	15.0
红宝石 ^[12] Hong Bao Shi	9月中旬 Mid Sept.	全红色 Full red	487	675	近圆形 Suborbicular	12.98
泰山大红 ^[13] Tai Shan Da Hong	9月下旬 Late Sept.	鲜红色 Bright red	430	750	球形 Sphere	17.0~19.0

其中‘枣庄红’^[7]是由山东省枣庄市果树科学研究所选育,2003年9月通过鉴定并定名,8月中下旬为其果实成熟期,此时恰逢中秋佳节来临之际,此时市场上石榴缺货,加之市场上对红皮大粒浓甜的大果型石榴需求之多,故其上市后在市场上一枝独秀,发展前景十分广阔。其果个大,果实近球形,果皮全面着全鲜红色,向阳面呈艳红色,平均单果质量达 502 g,最大单果质量达 1 278 g,果形指数 0.9,单果一般含籽粒 700~950 粒,可溶性固形物含量为 16%~19%,综合品质极佳。

‘短枝红’^[8]是由山东省枣庄市林业局对 5 株具有短枝性状的石榴优良单株进行了 6 年鉴定,从中选育出具有结果早、优质、丰产、早熟、枝条自然下垂的短枝型石榴新品种,2002 年 8 月通过了山东省林业局组织的专家鉴定并命名为‘短枝红’。其果实完

全成熟期在 9 月上旬,果实呈扁圆形,果形指数 0.95,平均单果质量达 340 g,最大单果质量为 760 g。果皮呈鲜红色,向阳面浓红色,果肩齐,表面光亮,梗洼稍凸,萼筒直立,萼片 6 枚。每个果实有 8~9 个心室、籽粒 800~960 粒,百粒重 51 g,果粒粉红色、透明,汁多味甜,核半软,口感好。可溶性固形物含量 16.0%。

‘泰山红’^[13]是山东省果树研究所在泰山南麓筛选出的石榴优良地方品种,1996 年通过山东省农作物品种审定委员会认定。果实近圆形或扁圆形,该品种果实大,一般单果质量 400~500 g,最大单果质量 750 g,果皮鲜红光滑,皮薄,粒大,糖度高,维生素 C、磷、钙等含量丰富,品质上等,营养价值极高,且可加工果汁、果酒,其根、叶、果皮均可入药。外观和食用品质优良,耐贮运,早果性好,极丰产。在山东

省泰安地区,6月上中旬1次花开放,6月底2次花开放,自花结果,9月下旬至10月初为采收适期,可溶性固形物含量为17%~19%。适应性强,耐瘠薄,抗寒性较差,在-15℃的情况下1~2a(年)生幼树地上部全部受冻,适合大面积集约化栽培或庭院栽培。

2 红皮石榴着色及其调控机制

2.1 红皮石榴着色及其调控机制

果实色泽是果实外观的重要表现,漂亮的色泽会在一定程度上提升产品在市场上的竞争力。所以,果实着色问题一直以来都受到学者的广泛关注,国内外已有大量的相关研究报道。叶绿素、类胡萝卜素和酚类色素(主要有花青素、类黄酮和黄酮醇等)三大类植物色素的含量和比例是影响果实着色的主要因素^[14-15]。绿色是叶绿素的颜色,叶绿素是一类主要的光合色素,叶绿素含量不仅能影响色调,也对果面的着色状况造成影响^[16]。类胡萝卜素又可分为胡萝卜素和叶黄素两类。在叶绿素中作为光合作用的辅助色素,主要是使花果产生不同的色泽^[17],除此之外,光照、各种非生物胁迫、温度、湿度等对果实着色也会有影响。

目前对于红皮石榴果皮的研究主要集中在其外在指标、提取物质的药性以及糖、酸等内含物变化的研究上,如朱峰^[18]以‘泰山红’、‘大青皮’、‘墨石榴’和‘三白’4个石榴品种为试材,对成熟期石榴果皮、果汁的类黄酮和花色苷含量进行测定,其试验结果表明,石榴成熟期,在‘泰山红’、‘大青皮’和‘墨石榴’石榴品种果皮中共检测到5种花色苷物质,未检测到天竺葵-3,5-二葡萄糖苷,‘三白’中不含花色苷物质。而对于其相关的分子生物学研究较少,如张四普^[19]从石榴果皮中提取RNA,分别用简并引物和特异引物,结合RACE技术从红花石榴中克隆了石榴Pgactin以及花青素合成相关基因PgANS、PgUFGT和转录因子PgMYB cDNA基因片段。此外,招雪晴等^[20]利用RT-PCR和RACE方法,从石榴果皮中克隆到1个类黄酮糖基转移酶(UFGT)基因(PgUFGT)全长cDNA序列,其荧光定量qRT-PCR结果表明,PgUFGT基因在‘红宝石’和‘水晶甜’2个石榴品种的发育期内具有不同的表达模式,PgUFGT在‘红宝石’石榴中有2个转录表达高峰,而在‘水晶甜’石榴中仅有1个表达高峰,表明PgUFGT可能在2个石榴品种中具有不同的催化作用。

果实的红色或紫色是花青素的颜色,通常以花青苷的形式存在。花青苷是一种配糖体,水解时产生花青素配糖基与糖类。薛智德等^[21]在苹果果实着色研究动态中发现,苹果红色色素主要是花青苷,现已鉴定出成熟苹果的花青苷含量最多的是花青素-3-半乳糖苷,其次是花青素-3-阿拉伯糖苷和花青素-7-阿拉伯糖苷。另外在矮牵牛、金鱼草、玉米、柑橘等果实上已有深入的研究,对于石榴果皮着色的研究报道则近无,就目前研究来看,石榴果皮着色机制及其调控机制尚不明确,对其着色机制的研究具有重大的生产指导意义。胡晓雪^[22]研究发现在果实发育过程中,果皮中花青苷和类黄酮含量呈上升趋势,叶绿素和类胡萝卜素含量呈下降趋势;花青苷含量与叶绿素和类胡萝卜素含量呈负相关关系,与类黄酮呈正相关关系。曹尚银等^[23]应用差异蛋白组学技术,从蛋白水平上探究石榴果实发育成熟期果皮的代谢进程,其研究结果表明,细胞色素b6-f复合体(sport 0013)、叶绿素a/b结合蛋白(sport 5108)和果糖激酶2-like(sport 0503)可能与果皮颜色变化相关;半胱氨酸合酶1(sport 1402)可能对提高石榴的抗氧化胁迫能力起到了重要作用。

2.2 套袋对石榴果实着色的影响

对果实着色的影响因素可分别三大类:外界自然环境、遗传因素以及栽培管理技术。在同一环境、同一品种的情况下,栽培管理技术就显得尤为重要,而套袋作为一种果树栽培技术,因其能有效地降低裂果率^[24]、发病率、农药残留^[25]以及改善果实内外品质^[26],在生产中已得到广泛运用,特别是对改善果实的外观品质取得了显著的效果,但在石榴上的应用并不多。相关研究表明,石榴果实套袋,能够明显降低石榴果腐病病果率、桃蛀螟虫果率和裂果率;红色品种在着色前除袋,白色品种和青色品种带袋采收,能显著改善果实外观质量;套袋对果实的内在品质影响不明显,但降低了平均单果质量^[27]。目前市场上套袋方式多样,不同套袋方式^[28]、套袋材料^[29]以及套袋时期^[30]对果实外观品质会产生不同的效果。在着色方面上,陈延惠等^[31]发现套袋明显改善了果实的光洁度,但也降低了果实的着色指数,单层白色纸袋处理的效果显著优于其他处理,并且刘金奎^[32]用6a生净皮甜石榴为材料发现,单层白色纸袋在8月23日拆袋时,石榴维生素C含量最高。李祥等^[33]则以陕西临潼石榴为研究对象发现套单层纸袋石榴果

实的着色指数最低,套聚乙烯膜袋石榴果实次之,两者均小于未套袋石榴果实。在其他水果上的套袋试验也有类似效果的报道,如赵志常等^[34]对贵妃芒果摘袋前后果皮部分生理指标的变化分析发现,套袋处理可使芒果果皮色素物质含量增加,使果实更加容易着色,有效地改善了果实的外观品质,提高了商品价值。而武红霞等^[35]以 Irwin 芒果为试材研究发现, Irwin 芒果皮着色可能是各种色素与 CHI 和 UFGT 等作用的结果。

3 展 望

红皮石榴深受国内消费者的喜爱,许多地区已经引种红皮石榴进行生产栽培,红皮石榴发展潜力巨大,具有广阔的发展前景。对于红皮石榴着色及调控机制的研究将为新品种的选育,开发新型套袋模式奠定理论基础。

石榴果实着色问题一直受到国内学者的重视,并且随着科学技术的发展,研究会不断深入。尽管关于果实着色与色素及其相关酶的关系以及环境因子的影响等方面研究报道较多,但关于色素合成的影响因子、调控机制、基因克隆与表达等研究报道较少,有关石榴果实果皮着色的分子调控研究尚未见报道。因此,加强红皮石榴着色机制及其影响红皮石榴花色苷代谢的环境因子和调控措施的研究,寻找与其果实色泽发育相关的关键酶与基因,可为石榴果皮形状遗传改良奠定理论基础,为培育果皮色泽鲜艳的全红型红皮石榴提供依据。

参考文献 References:

- [1] 武云亮. 石榴资源的开发利用与产业化发展[J]. 资源开发与市场, 1995, 15(4): 208-209.
WU Yunliang. Exploitation and utilization of pomegranatum resources and its industrialized development[J]. Resource Development & Market, 1995, 15(4): 208-209.
- [2] 华南农业大学. 果树栽培学各论[M]. 北京: 农业出版社, 1995.
Agricultural University Of South China. Pomology monograph[M]. Beijing: Agricultural Press, 1995.
- [3] 冯玉增, 陈德均. 石榴优良品种与高效栽培技术[M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 1999.
FENG Yuzeng, CHEN Dejun. Efficient cultivation techniques of pomegranate of fine pomegranate cultivars [M]. Zhengzhou: Henan Science and Technology Press, 1999.
- [4] 汪小飞, 向其柏, 尤传楷, 王玉义. 石榴品种分类研究进展[J]. 果树学报, 2007, 24(1): 94-97.
WANG Xiaofei, XIANG Qibai, YOU Chuankai, WANG Yuyi. Advances in research on classification of pomegranate[J]. Journal of

- Fruit Science, 2007, 24(1): 94-97.
- [5] YUAN Z, YIN Y, QU J, ZHU L, LI Y. Population genetic diversity in Chinese pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars revealed by fluorescent-AFLP markers[J]. Journal of Genetics & Genomics, 2007, 34(12): 1061-1071.
- [6] 苑兆和, 招雪晴. 石榴种质资源研究进展[J]. 林业科技开发, 2004, 28(3): 1-7.
YUAN Zhaohe, ZHAO Xueqing. Research progress of pomegranate germplasm resources[J]. Forestry Science and Technology Development, 2004, 28(3): 1-7.
- [7] 安广池. 大粒早熟红皮石榴—枣庄红[J]. 西北园艺: 果树专刊, 2004(2): 28-28.
AN Guangchi. Large grain early maturing red pomegranate—Zao Zhuang Hong[J]. Northwest Horticulture: Special Issue of Fruit Trees, 2004(2): 28-28.
- [8] 刘家云. 石榴短枝型新品种—短枝红[J]. 中国果树, 2003(6): 6-7.
LIU Jiayun. A new short branch of pomegranate—Short Branch Red[J]. China Fruits, 2003(6): 6-7.
- [9] 庞国恩, 王熙龙, 李俊德, 贾淑娟, 刘晓云. 大红袍石榴引种及丰产栽培[J]. 特种经济动植物, 2009, 12(12): 45-47.
PANG Guoen, WANG Xilong, LI Junde, JIA Shujuan, LIU Xiaoyun. The introduction and cultivation of high yield of pomegranate—Da Hong Pao[J]. Special and Economic Animal and Plant, 2009, 12(12): 45-47.
- [10] 张国斌. 矮化石榴品种—世纪红[J]. 北京农业, 2004(9): 34.
ZHANG Guobin. Dwarf pomegranate variety—Shi Ji Hong[J]. Beijing Agricultural, 2004(9): 34.
- [11] 李勇革. 特色水果有前景[J]. 农家女, 2007(9): 54.
LI Yongge. Characteristic fruit has foreground[J]. The Farmer's Daughter, 2007(9): 54.
- [12] 苑兆和. 石榴新品种—红宝石[J]. 中国果业信息, 2012, 39(9): 65.
YUAN Zhaohe. New pomegranate variety—Hong Bao Shi[J]. China Fruit News, 2012, 39(9): 65.
- [13] 孙玉刚, 张承安, 史传铎, 张骁兵. 优质石榴新品种‘泰山大红’[J]. 园艺学报, 2004, 31(2): 278.
SUN Yugang, ZHANG Chengan, SHI Chuanduo, ZHANG Xiaobin. New pomegranate variety—Tai Shan Hong[J]. Acta Horticulturae Sinica, 2004, 31(2): 278.
- [14] FENG S H, WANG Y, YANG S, XUANG Y, CHEN X. Anthocyanin biosynthesis in pears is regulated by a R2R3-mMYB transcription factor PyMYB10[J]. Planta, 2010, (232): 245-255.
- [15] ZHANG D, YU B, BAI J, QIAN M, SHU Q, SU J, TENG Y. Effects of hightemperatures on UV-B/visible irradiation induced postharvest anthocyanin accumulation in ‘Yunhongli No. 1’ (*Pyrus pyrifolia* Nakai) pears[J]. Scientia Horticulturae, 2012(134): 53-59.
- [16] 高原, 孙百灵, 曲柏宏. 果树果实着色研究进展[J]. 湖南农业科学, 2011(22): 25-26.
GAO Yuan, SUN Bailing, QU Baihong. Advances in fruit coloration of fruit trees[J]. Hunan Agricultural Sciences, 2011(22): 25-26.
- [17] 张元慧. 李(*Prunus* spp.)果实色泽发育机理研究[D]. 保定: 河北农业大学, 2003.
ZHANG Yuanhui. Study on mechanism of color development in

- Plum[D]. Baoding: Agricultural University of Hebei, 2003.
- [18] 朱峰. 石榴果实类黄酮和花色苷研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2014.
ZHU Feng. Studies on flavonoid and anthocyanin in pomegranate [D]. Tai'an: Shandong Agricultural University, 2014.
- [19] 张四普. 石榴花青素合成相关基因克隆和表达分析[C]// 中国园艺学会石榴分会筹备组. 中国石榴研究进展(一). 北京: 中国农业出版社, 2010.
ZHANG Sipu. Cloning and expression of genes related with anthocyanidin synthesis in pomegranate (*Punica granatum* L.) fruits [C]// Preparatory Group of Pomegranate Branch of China Horticultural Society. Research progress of pomegranate in China (1). Beijing: China Agriculture Press, 2010.
- [20] 招雪晴, 李勃, 苑兆和. 石榴 PgUFGT 基因克隆及表达分析[J]. 西北植物学报, 2017, 37(4): 646-653.
ZHAO Xueqing, LI Bo, YUAN Zhaohe. Cloning and expression analysis of PgUFGT gene from *Punica granatum* L. [J]. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 2017, 37(4): 646-653.
- [21] 薛智德, 张广军, 刘增文, 杨秀萍. 苹果果实着色研究动态[J]. 西北林学院学报, 1995(S1): 180-184.
XUE Zhide, ZHANG Guangjun, LIU Zengwen, YANG Xiuping. Research progress of apple fruit coloration[J]. Journal of Northwest Forestry College, 1995(S1): 180-184.
- [22] 胡晓雪. 石榴果实发育中果皮色素含量动态变化研究[C]// 中国园艺学会石榴分会筹备组. 中国石榴研究进展(一). 北京: 中国农业出版社, 2010: 10.
HU Xiaoxue. Study on dynamic changes of pigment content in fruit during pomegranate fruit development [C]// Preparatory Group of Pomegranate Branch of China Horticultural Society. Research progress of pomegranate in China (1). Beijing: China Agriculture Press, 2010: 10.
- [23] 曹尚银, 牛娟, 曹达, 李好先, 薛辉, 陈利娜, 张富红, 赵弟广. 石榴果实成熟期不同品种果皮蛋白质表达的双向电泳分析[J]. 果树学报, 2015, 32(6): 1062-1069.
CAO Shangyin, NIU Juan, CAO Da, LI Haoxian, XUE Hui, CHEN Lina, ZHANG Fuhong, ZHAO Diguang. Comparative proteomics analysis of pomegranate peel in fruit maturation period [J]. Journal of Fruit Science, 2015, 32(6): 1062-1069.
- [24] 张慧. 石榴综合防裂技术试验研究[J]. 中国园艺文摘, 2017, 33(1): 10-13.
ZHANG Hui. Experimental study on comprehensive anti cracking technology of pomegranate [J]. Chinese Horticulture Abstracts, 2017, 33(1): 10-13.
- [25] 李章, 臧小平, 葛宇, 王甲水, 林兴娥, 马蔚红, 李兴国. 套袋对芒果中甲基硫菌灵与吡虫啉农药残留的影响[J]. 热带作物学报, 2017, 38(2): 353-358.
LI Zhang, ZANG Xiaoping, GE Yu, WANG Jiashui, LIN Xing'e, MA Weihong, LI Xingguo. Effects of fruit bagging on residual of thiophanate-methyl and imidacloprid in mango fruit [J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 2017, 38(2): 353-358.
- [26] 薛辉, 曹尚银, 刘贝贝, 陈利娜, 李好先, 张杰, 牛娟, 张富红, 赵弟广. 套袋对突尼斯软籽石榴果实品质的影响[J]. 江西农业学报, 2017, 29(3): 52-55.
XUE Hui, CAO Shangyin, LIU Beibei, CHEN Lina, LI Haoxian, ZHANG Jie, NIU Juan, ZHANG Fuhong, ZHAO Diguang. Effect of bagging on fruit quality of Tunisian soft-seed pomegranate [J]. Acta Agriculturae Jiangxi, 2017, 29(3): 52-55.
- [27] 蔡小林, 潘介春, 刘红红, 周煜棉. 2 种套袋方式对“鸡嘴荔”果实若干品质指标的影响[J]. 福建农业学报, 2017, 32(3): 268-272.
CAI Xiaolin, PAN Jiechun, LIU Honghong, ZHOU Yumian. Effect of bagging on fruit qualities of litchi, chinensis sonn .cv. 'JizuiLi' [J]. Fujian Journal of Agricultural Sciences, 2017, 32(3): 268-272.
- [28] 宋廷宇, 程艳, 吴春燕, 陈赫南, 钟浩, 张晓明. 套袋对薄皮甜瓜果皮色素含量的影响[J]. 湖北农业科学, 2016(13): 3368-3370.
SONG Tingyu, CHENG Yan, WU Chunyan, CHEN He'nan, ZHONG Hao, ZHANG Xiaoming. Effect of Bagging on pigment content in Pericarp of Muskmelon [J]. Hubei Agricultural Sciences, 2016(13): 3368-3370.
- [29] 韩然勤, 陆金鹏, 龙玉宁, 潘化仁, 陈莉莉, 刘春, 申智慧, 韦淑丹. 不同套袋时期对蜜柚果实品质的影响[J]. 植物医生, 2016, 29(3): 75-76.
HAN Ranqin, LU Jinpeng, LONG Yuning, PAN Huaren, CHEN Lili, LIU Chun, SHEN Zhihui, WEN Shudan. Effect of Bagging on fruit quality of pomelo [J]. Lotionspa, 2016, 29(3): 75-76.
- [30] 赵艳莉, 曹琴, 李成林. 石榴果实套袋效果研究[J]. 山西果树, 2012(5): 6-7.
ZHAO Yanli, CAO Qin, LI Chenglin. Study on bagging effect of pomegranate fruit [J]. Shanxi Fruits, 2012(5): 6-7.
- [31] 陈延惠, 张立辉, 胡青霞, 李洪涛, 焦国利, 刘丽. 套袋对石榴果实品质的影响[J]. 河南农业大学学报, 2008(3): 273-275.
CHEN Yanhui, ZHANG Lihui, HU Qingxia, LI Hongtao, JIAO Guoli, LIU Li. Effect of bagging on quality of pomegranate fruit [J]. Journal of Henan Agricultural University, 2008(3): 273-275.
- [32] 刘金奎. 套袋对石榴 VC 含量的影响[J]. 农业科技与信息, 2016(1): 141-142.
LIU Jinkui. Effect of bagging on content of VC in pomegranate [J]. Agricultural Science, Technology and Information, 2016(1): 141-142.
- [33] 李祥, 马建中, 史云东, 张青, 周心明. 不同套袋方式对石榴果实品质及安全性的影响[J]. 北京工商大学学报(自然科学版), 2011, 29(5): 21-24.
LI Xiang, MA Jianzhong, SHI Yundong, ZHANG Qing, ZHOU Xinming. Effects of different bagging methods on quality and safety of pomegranate fruit [J]. Journal of Beijing Technology and Business University (Natural Science Edition), 2011, 29(5): 21-24.
- [34] 赵志常, 高爱平, 陈业渊, 黄建峰, 党志国, 罗睿雄. 贵妃芒果摘袋前后果皮部分生理指标的变化分析[J]. 现代农业科技, 2017(1): 50-51.
ZHAO Zhichang, GAO Aiping, CHEN Yeyuan, HUANG Jianfeng, DANG Zhiguo, LUO Ruixiong. Changes of some physiological indexes of mango peel before and after bagging [J]. Modern Agricultural Sciences and Technology, 2017(1): 50-51.
- [35] 武红霞, 许文天, 罗纯, 姚全胜, 王松标, 马小卫, 詹儒林. Irwin 杧果果皮着色与相关酶活性的关系[J]. 中国南方果树, 2016, 45(6): 61-64.
WU Hongxia, XU Wentian, LUO Chun, YAO Quansheng, WANG Songbiao, MA Xiaowei, ZHAN Rulin. The relationship between Irwin of mango fruit coloration and related enzyme activity [J]. South China Fruits, 2016, 45(6): 61-64.