

顾 琴,贾永华,雷亚珍,等. 套袋金冠苹果不同除袋期对果实着色的影响[J]. 江苏农业科学,2018,46(23):132-134.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.23.032

套袋金冠苹果不同除袋期对果实着色的影响

顾 琴¹, 贾永华², 雷亚珍¹, 李小龙², 王春良²

(1. 宁夏大学农学院, 宁夏银川 750021; 2. 宁夏农林科学院, 宁夏银川 750002)

摘要:对宁夏回族自治区金冠苹果的套袋果进行不同时期除袋,成熟期统一采收时调查果皮着色状况,测定果皮叶绿素、类胡萝卜素、花色素含量。结果表明,不套袋金冠苹果着青绿色,套袋不解袋果实着黄色;不同时期除袋,金冠苹果着红色,但着色不均,着色指数与着色率成正相关关系;采收前 10 d(9 月 15 日)除袋,果皮叶绿素含量相对较低,着色率、着色指数、花色素含量相对较高,为宁夏金冠苹果最佳的除袋期。

关键词:苹果;金冠;除袋期;着色;果实;宁夏

中图分类号:S661.105⁺.9 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2018)23-0132-03

金冠(Golden Delicious apple)作为一种着色苹果,美味可口,营养丰富,富含对人体有保健功能的类黄酮^[1]。花色苷作为类黄酮的 1 种,是花色素稳定的糖苷形式^[2-3],具有抗氧化、消除体内自由基,防止脂肪、蛋白质和核酸因氧化受损,降

收稿日期:2016-04-08

基金项目:宁夏农林科学院青年基金(编号:NKYQ-14-02);宁夏财政林业新技术引进及推广项目(编号:[2014]11 号);现代农业产业技术体系建设专项(编号:CARS-28)。

作者简介:顾 琴(1991—),女,宁夏银川人,硕士研究生,从事果树研究。E-mail:983634960@qq.com。

通信作者:王春良,研究员,硕士生导师,主要从事果树栽培及贮藏加工研究。

状况[J]. 植物营养与肥料学报,2000,6(4):363-369.

[3]姜存仓. 不同基因型棉花对钾的反应差异及其机理研究[D]. 武汉:华中农业大学,2006:101-108.

[4]Broadley M R, White P J. Plant nutritional genomics[M]. Oxford: Blackwell Publishing Ltd, 2005:22-65.

[5]姜存仓,王运华,鲁剑巍,等. 植物钾效率基因型差异机理的研究进展[J]. 华中农业大学学报,2004,23(4):483-487.

[6]Maser P, Gierth M, Schroeder J I. Molecular mechanisms of potassium and sodium uptake in plants[J]. Plant and Soil, 2002, 247(1): 43-54.

[7]刘建祥,杨肖娥,吴良欢,等. 不同水稻基因型地上部钾素累积和转运规律的研究[J]. 中国水稻科学,2002,6(2):189-192.

[8]胡承孝,王运华. 不同小麦品种钾吸收,分配特性及钾营养效率的差异[J]. 华中农业大学学报,2000,19(3):233-239.

[9]邹春琴,李振声,李继云. 钾利用效率不同的小麦品种各生育期钾营养特点[J]. 中国农业科学,2002,35(3):340-344.

[10]滕 应,钱晓刚,何滕兵,等. 玉米不同基因型对钾营养胁迫的反应[J]. 耕作与栽培,2001(2):43-44.

[11]汪自强,董明远. 不同钾水平下春大豆品种的钾利用效率研究[J]. 大豆科学,1996,15(3):202-207.

[12]Li X T, Cao P, Wang X G, et al. Comparison of gas exchange and chlorophyll fluorescence of low-potassium-tolerant and -sensitive soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] cultivars under low-potassium

低血脂及肝脏中脂肪含量,降血压、抗胰岛素抵抗、保护心血管及神经系统、利尿、解毒、延缓衰老,预防大脑病变,抗动脉硬化等作用,在功能性食品领域具有很好的前景^[4-7]。试验通过对宁夏回族自治区金冠苹果的套袋果进行不同时期除袋,成熟期统一采收时调查果皮着色状况,测定果皮叶绿素、类胡萝卜素、花色素含量,以确定金冠套袋果着红色最佳的除袋时间,这对提高宁夏回族自治区金冠果实品质、增加果农收益具有一定的指导意义。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验在宁夏回族自治区银川市河东生态园艺试验中心进行,距宁夏银川市 20 km,地处西北内陆,昼夜温差大,全年日

condition[J]. Photosynthetica, 2011, 49(4):633-636.

[13]Trehan S P, Sharma R C. Potassium uptake efficiency of young plants of three potato cultivars as related to root and shoot parameters [J]. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 2002, 33(11/12):1813-1823.

[14]邹春琴,李振声,李继云. 小麦对钾高效吸收的根系形态学和生理学特性[J]. 植物营养与肥料学报,2001,7(1):36-43.

[15]林成永,孙 羲. 不同水稻基因型对钾肥反应的差异及其根系生理基础[J]. 土壤通报,1992,23(4):159-161.

[16]Sánchez-Calderón L, López-Bucio J, Chacón-López A, et al. Phosphate starvation induces a determinate developmental program in the roots of *Arabidopsis thaliana* [J]. Plant & Cell Physiology, 2005, 46(1):174-184.

[17]Shin R, Shachtman D P. Hydrogen peroxide mediates plant root cell response to nutrient deprivation [J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2004, 101(23):8823-8827.

[18]Jung J Y, Shin R, Schachtman D P. Ethylene mediates response and tolerance to potassium deprivation in *Arabidopsis* [J]. Plant Cell, 2009, 21(2):607-621.

[19]Kim M J, Ciani S, Schachtman D P. A peroxidase contributes to ROS production during *Arabidopsis* root response to potassium deficiency [J]. Molecular Plant, 2010, 3(2):420-427.

照 2 955 h。

1.2 供试品种

金冠苹果,树龄为 25 年,树高 5 m 左右,株行距 3 m × 5 m,树势健壮。

1.3 试验方法

盛花后 50 d 进行全园套袋,随机选取 18 株树势统一的金冠苹果树,分 7 个时期进行除袋。花后 101 d(8 月 11 日)进行第 1 次除袋,后每隔 7 d 除袋 1 次,即 8 月 18 日、8 月 25 日、9 月 1 日、9 月 8 日、9 月 15 日各除袋 1 次,9 月 22 日为最后一次除袋,以不套袋、套袋不除袋这 2 种措施为对照。每次除袋 2 株树,除袋 40 个/株。记录除袋后果实着色期气象因子,9 月 25 日统一采收,置于 0 ℃ 冷库储藏。

1.4 测定内容

调查果皮着色状况,计算着色指数。果实着色分为 4 级,1 级:着色 0 ~ 25%,2 级:着色 26% ~ 50%,3 级:着色 51% ~ 75%,4 级:着色 76% ~ 100%。着色指数计算公式:着色指数 = (各级果个数 × 各级级数) / (调查果总个数 × 4)。参考王少敏等的测定方法^[8-9]分别测定金冠苹果果皮的花青素、

叶绿素、类胡萝卜素含量。

1.5 数据处理

数据采用 Excel 2010、SAS 8.2 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同除袋期果皮的着色状况及其与除袋期气象因子的关系

2.1.1 不同除袋期果皮的着色状况 由表 1 可见,套袋并除袋能明显改善金冠果实的外观品质,提高果实商品价值;金冠苹果不套袋时,成熟后果皮全绿,几乎不着红色,且果皮粗糙,果点大且多;套袋不除袋而直接采收,金冠苹果的果皮全黄,不着红色;不同时期除袋,金冠苹果的果皮着色差异显著,果面出现不同程度的红色,其中,9 月 15 日除袋的果实着色指数相对最高,为 3.92%,果面着红色多,果皮嫩且果点小,与其他处理差异显著;9 月 1 日除袋的果实其着色指数显著低于 8 月 25 日除袋的果实;着色指数与着色率有正相关关系,得回归方程为: $y = -0.219\ 08 + 2.994\ 69x (r^2 = 0.85)$ 。式中: y 代表着色指数, x 代表着色率。

表 1 不同除袋期的果皮着色情况

编号	处理	着色指数	着色率(%)	果面颜色	果面光洁度
1	8 月 11 日除袋	0.42e	0.19d	有绿色,有淡红色	皮较老,果点较多、较大
2	8 月 18 日除袋	0.83d	0.43c	浅绿色底,着淡粉色	果皮较老,果点较少、较小
3	8 月 25 日除袋	2.58b	1.00a	浅黄绿色底,着粉色	果皮较老,果点少、较小
4	9 月 1 日除袋	1.42c	0.76b	浅黄色底,着粉色	果皮较嫩,果点少、小
5	9 月 8 日除袋	2.42b	0.95a	浅黄色底,着红色	果皮较嫩,果点少、小
6	9 月 15 日除袋	3.92a	1.00a	浅黄绿色底,着红色	果皮嫩,果点少
7	9 月 22 日除袋	1.67c	0.71b	黄色底,着淡红色	果皮嫩,果点少
CK1	不套袋	0.17ef	0.09de	全绿,未着红色	皮老粗糙,果点多、大
CK2	不除袋	0.00f	0.00e	全黄,未着红色	果皮嫩、光滑

注:同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著($P < 0.05$)。

2.1.2 果皮着色状况与除袋期气象因子的关系 有研究表明,苹果着色期遇较低的夜温和较大的昼夜温差有利于苹果着色^[10];光照充足及 10 ℃ 以上昼夜温差利于糖分积累及花青苷的合成^[11];摘袋后连续 3 d 以上为晴天,苹果会着色良好^[12]。由表 2 可知,宁夏回族自治区在 8 月 11 日至 9 月 25 日金冠着色期,9 月 2 日至 9 月 8 日的平均昼夜温差小于 10 ℃,阴雨天数相对较多,为 4 d,而 8 月 26 日至 9 月 1 日全部为晴天,且昼夜温差达到 14.28 ℃,这可以很好地解释 9 月 1 日除袋的果实其着色指数显著低于 8 月 25 日除袋果实的原因。

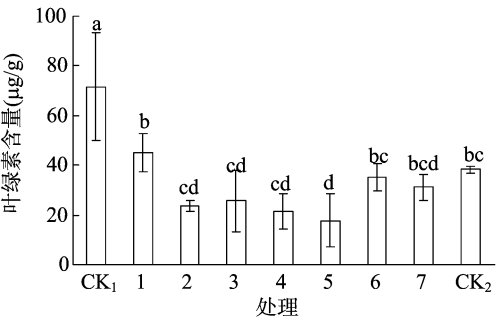
表 2 不同除袋期的气象条件

日期 (月-日)	最高气温 (℃)	最低气温 (℃)	温差 (℃)	晴天日数 (d)	阴雨天日数 (d)
08-11—08-18	27.75	15.38	12.37	4	3
08-19—08-25	29.29	14.29	15.00	6	1
08-26—09-01	29.57	15.29	14.28	7	0
09-02—09-08	23.86	14.57	9.29	3	4
09-09—09-15	23.29	12.00	11.29	6	1
09-16—09-22	24.86	11.71	13.15	5	2
09-22—09-25	22.50	9.75	12.75	3	1

2.2 不同除袋期果皮色素的含量变化

2.2.1 不同除袋期果皮叶绿素含量的变化 由图 1 可见,套

袋会使果皮中的叶绿素含量显著降低;不同时期除袋,果皮中叶绿素的含量有明显变化,除袋前期,随除袋时期的推迟,果皮中叶绿素含量降低,9 月 8 日除袋的金冠果皮其叶绿素含量相对最低;继续推迟除袋,金冠果皮的叶绿素含量有显著回升。



柱形图中标注不同小写字母表示处理间差异显著($P < 0.05$)。下同
图1 不同除袋期果皮叶绿素含量变化

2.2.2 不同除袋期果皮类胡萝卜素含量的变化 由图 2 可见,套袋会使金冠苹果果皮中的类胡萝卜素含量明显降低;除袋(9 月 15 日)偏晚,果皮类胡萝卜素的含量显著降低。

2.2.3 不同除袋期果皮花色素含量的变化 由图 3、表 1 可

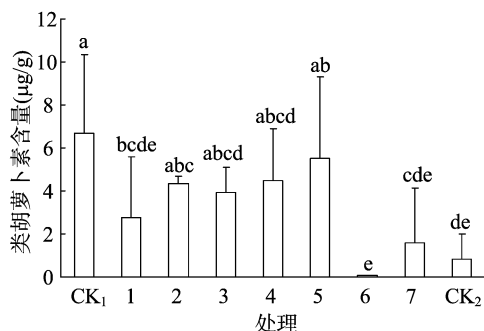


图2 不同除袋期果皮类胡萝卜素含量变化

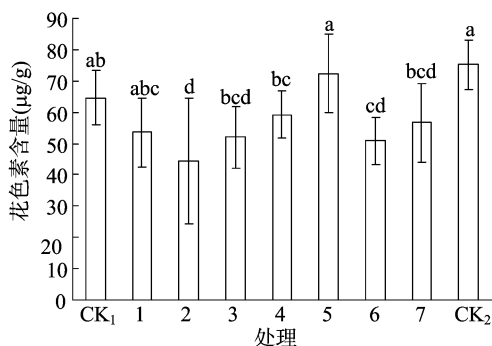


图3 不同除袋期果皮花色苷含量的变化

见,随除袋时期的推迟,金冠苹果果皮中的花色苷含量呈波浪形变化;9月8日除袋的果实花色苷含量相对较高,着色最佳,与不除袋处理差异不显著;8月18日除袋的果皮花色苷含量相对最小;果皮着色指数与果皮花色苷含量成正相关关系。

3 结论与讨论

套袋能够抑制果实叶绿素合成而改善果实的背景颜色,光照能够促进花色苷的合成而使除袋果实能够迅速着色^[13-14]。套袋除袋技术的应用能够改善苹果果实外观品质,提高果实的商品价值,且套袋除袋也能使非红色苹果澳洲青苹、金冠除袋后着色^[15]。本试验对套袋金冠进行不同时期除袋,结果表明,套袋金冠不同时期除袋,果实能着色,发现着色指数与着色率成正相关关系,这与成钰厚等的结论^[12]一致。

果皮色素是由花色苷、叶绿素、类胡萝卜素等相互作用形成的。花色苷含量对果实着色起决定作用^[16],套袋能显著降低果实叶绿素、类胡萝卜素的含量,促进花色苷的合成^[17-19],而花色苷的合成受温度、光照等环境因子的影响,光照不足会减少花色苷的合成^[20-21]。试验结果表明,苹果近成熟时除袋,果皮叶绿素含量稍有回升、花色苷与类胡萝卜素含量有所下降,这可能与产区气候异常有关,金冠苹果在9月成熟时期,往往降水多、气温低、光照弱、昼夜温差小,相关花色苷合成酶的活性受到抑制。具体原因还有待进一步研究。

有研究表明,套袋果实除袋太早,果皮绿色底,红色少,且果皮老,果点大;除袋太晚,果皮着色少、着色浅且有褪色现象^[16,22-23]。在宁夏回族自治区金冠苹果产区,不套袋果实采收时为青绿色,套袋不除袋采收时果实为黄色;套袋金冠不同

时期除袋,果实着色红色且着色效果有明显差异,采收前10 d (9月15日)左右除袋,果皮着色率、着色指数相对较高,且果皮中叶绿素含量相对较低、花色苷含量相对较高,果皮嫩,果点小,果实外观品质高,为套袋果实着红色的最佳除袋期。

参考文献:

- [1] 王宇霖. 苹果栽培学[M]. 北京: 科学出版社, 2011: 264.
- [2] 卢 钰, 董现义. 花色苷研究进展[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2004, 35(2): 315-320.
- [3] 孙明霞, 王宝增. 叶片的花色素苷及其对植物适应环境的意义[J]. 植物生理学通讯, 2003, 39(6): 688-694.
- [4] 李颖畅, 孟宪军, 孙靖靖, 等. 蓝莓花色苷的降血脂和抗氧化作用[J]. 食品与发酵工业, 2008, 34(10): 44-48.
- [5] 张学英. 李果着色与花色苷合成机理研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2008.
- [6] 张培成. 天然产物化学丛书黄酮化学[M]. 北京: 化学工业出版社, 2009: 1-31.
- [7] 冯晨静, 关军锋. 草莓果实成熟期花青素、酚类物质和类黄酮含量的变化[J]. 果树学报, 2003, 20(3): 44-48.
- [8] 王少敏, 高华君, 刘嘉芬, 等. 套袋短枝红富士果实内含物及果皮色素的变化[J]. 果树科学, 2000, 17(1): 76-77.
- [9] 武 辉, 侯丽丽. 张巨松不同棉花基因幼苗耐寒性分析及其鉴定指标筛选[J]. 中国农业科学, 2012, 45(9): 1703-1713.
- [10] 刘玉莲. 不同色泽类型苹果着色期糖酸变化及花青苷合成特性研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2013.
- [11] 马艳芝, 刘玉祥. 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.
- [12] 成钰厚, 刘国杰. 苹果黄绿品种着色规律的研究[J]. 中国农业大学学报, 1999, 4(C00): 30-34.
- [13] Ju Z. Fruit bagging a useful method for studying anthocyanin synthesis and gene expression in apples[J]. Scientia Horticulturae, 1998, 77(3/4): 155-164.
- [14] 王少敏, 白佃林, 高华君, 等. 套袋苹果果皮色素含量对苹果色泽的影响[J]. 中国果树, 2001(3): 20-22.
- [15] Liu Y L, Che F, Wang L X, et al. Fruit coloration and anthocyanin biosynthesis after bag removal in non-red and red apples (*Mains domestica* Borkh.) [J]. Molecules, 2013, 18(2): 1549-1563.
- [16] 赵振新, 袁祖胜, 王江波. 不同时期摘袋对红富士苹果外观品质的影响[J]. 农村经济与科技, 2012, 23(4): 28-30.
- [17] 陈 刚. 不同时期解袋对宁东5号梨果实着色的影响[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(34): 16812-16913.
- [18] 杨林先, 李 伟. 不同时期解袋对苹果梨果实着色的影响[J]. 河南农业科学, 2010(1): 106-107.
- [19] 宋 哲, 李天忠. 不同时期摘袋对富士苹果着色的影响[J]. 北方园艺, 2007(9): 30-32.
- [20] Takos A M, Jaffe F W, Jacob S R, et al. Light-induced expression of a MYB gene regulates anthocyanin biosynthesis in red apples[J]. Plant Physiology, 2006, 142(3): 1216-1232.
- [21] 王惠聰, 黄旭明, 黄辉白. 妃子笑荔枝果实着色不良原因的研究[J]. 园艺学报, 2002, 29(5): 408-412.
- [22] 于年文. 不同时期摘袋对苹果果实品质的影响[J]. 河北果树, 2003(2): 38.
- [23] 董 铁, 孙文泰. 不同摘袋时期对红富士苹果果实品质的影响[J]. 北方园艺, 2013(7): 16-19.