

串枝红杏果实发育动态及品质的研究

郝 云, 杨 途 熙, 魏 安 智, 杨 恒, 张 睿

(西北农林科技大学 林学院 陕西 杨凌 712100)

摘 要:系统分析了串枝红杏果实生长动态及发育过程中维生素 C、有机酸、可溶性糖的变化规律。结果表明:串枝红杏果实的生长发育动态呈“快-慢-快-慢”的“双 S”型曲线。整个发育期大致可分为 4 个时期:果实第 1 次迅速生长期,果实第 1 次缓慢生长期,果实第 2 次迅速生长期和果实成熟前缓慢生长期。果实第一次缓慢生长期与果实硬核期相吻合,果实第 1、2 次迅速生长期是果实增长的 2 个关键时期。果实纵、横、侧径与果实鲜重、体积的变化曲线十分相似,具有同步增长的趋势。维生素 C 含量在果实发育初期和成熟期较高,硬核期降低;有机酸含量的变化趋势以果实发育初期较高,硬核期降低,之后又有一次小高峰,成熟时降至最低;可溶性糖含量随果实的生长而增加。

关键词:串枝红杏;果实;生长发育;营养成分

中图分类号:S 662.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2009)07-0015-04

串枝红杏果大、色艳、营养丰富、酸甜可口、成熟晚、耐储运,既可鲜食,亦可加工饮料、果脯、罐头等,为优良的鲜食与加工兼用杏品种。也是我国目前杏发展中主要栽培品种之一,在河北、陕西等地有较大面积栽培。分析串枝红杏果实营养成分变化及发育动态,对进一步研究杏营养成分形成机理、提高产量和品质,促进人体健康,都具有重要的现实意义和理论价值。目前关于杏果实营养变化及发育动态的分析虽有报道^[1-3],但多为中早熟鲜食杏品种杏果实营养变化及发育动态的分析,而关于串枝红杏果实发育和营养变化研究未见报道。

现对鲜食、加工兼用型杏品种“串枝红”果实发育规律进行研究,旨在探索串枝红杏果实生长发育特性,掌握动态变化规律,为生产栽培中采取合理措施、提高产量和品质提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于花谢后 10 d,即 2008 年 4 月 10 日至 2008 年 6 月 26 日在西北农林科技大学渭河试验站杏园进行,该园为沙壤土,管理水平中等。试验材料为 6 a 生串枝红杏树,株行距 3 m×4 m,南北行向,树势健壮,生长结果

良好。

1.2 试验方法

该品种按照单株小区、5 次重复、随机区组设计的试验要求标定采样树、布设试验。在被选采样树中上部的阳面,选取 10 个果实,并挂牌标记,每隔 10 d 用游标卡尺测定果实横径、侧径、纵径 1 次,每次测定时间为早晨 9 点左右。另外每次随机采摘 20 个果实,装进塑封袋,放入冰盒中带回实验室,用于测定果实大小、重量、体积、维生素 C、有机酸及可溶性糖的含量。其中:果实横径、侧径、纵径用游标卡尺测定;用电子天平称重;用排水法测定体积;维生素 C 用钼钼酸比色法测定^[3];有机酸用酸碱中和滴定法测定^[3],可溶性糖用蒽酮比色法测定^[4]。

2 结果与分析

2.1 串枝红杏果实横径、侧径、纵径的动态变化规律

串枝红杏果实自花谢到成熟约需 80 d。由串枝红杏果实的生长变化曲线(图 1)可知,串枝红杏果实的纵径、横径、侧径的生长发育动态基本相似,均呈“双 S”型曲线。具体可分为 4 个生长发育时期:第 I 个时期为果实的第 1 次迅速生长期,自花谢后 10~30 d 串枝红果实的纵径、横径、侧径都在迅速的生长,但纵径的生长速度明显大于横径和侧径,增长量表现为纵径>横径>侧径,纵径、横径、侧径的平均日增长量分别为 1.36、1.11、0.61 mm/d;第 II 个时期为果实的缓慢生长期,从花后 30~40 d 串枝红杏果实的纵径、横径、侧径增长明显变得缓慢,纵径、横径、侧径的日增长量仅为 0.007、0.09、0.03 mm/d。观察发现,此时正值果实发育的硬核期,生长速度的减缓与核的形成有关。第 III 为果实的第 2 次

第一作者简介:郝云(1979-),女,陕西杨凌人,在读硕士,现主要从事林木生物工程方面的研究工作。E-mail: haoy1222@163.com。

通讯作者:杨途熙(1963-),男,陕西杨凌人,硕士,副教授,现主要从事林木遗传育种研究工作。E-mail: y2848@126.com。

基金项目:国家“十一五”科技支撑计划资助项目(2006BAD18B0201);陕西省重大科技专项计划资助项目(2006kz09-G6)。

收稿日期:2009-02-10

迅速生长期, 从 40~60 d 历时 20 d 时间。果实的纵径、横径、侧径的生长速度再次加快, 增长量分别达到 0.25、0.34、0.43 mm/d; 第 IV 个时期为果实的第 2 个缓慢生长期, 花谢后 60~80 d 串枝红果实的生长发育速度减慢, 形态成熟基本完成, 果实开始进入生理成熟。在串枝红杏果实的发育的整个生长过程中, 纵径、横径、侧径的变化趋势基本一致。

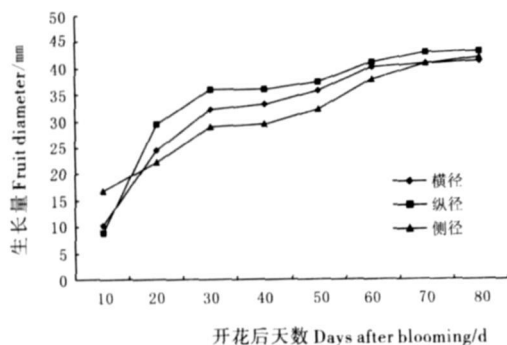


图 1 串枝红杏果实的果径变化曲线

Fig.1 Changing curve of fruit diameter of Chuanshizhong apricot

2.2 串枝红杏果实鲜重和体积的变化

串枝红杏果实鲜重和体积的动态变化曲线见图 2、3。其果重和体积的变化与果径的变化相似, 均呈“双 S”型的曲线。花后 10~30 d 为果实第 1 次迅速生长期, 果实的三径增长迅速, 果实的体积明显增大, 果实的鲜重生长也随之加快, 鲜重和体积的日增长量分别为 0.91 g/d 和 0.88 cm³/d。由 30~40 d 为果实的缓慢生长期, 由于果实进入硬核期缘故, 鲜重和体积的日增长量仅为 0.04 g/d 和 0.04 cm³/d。40~60 d 为果实第 2 次快速生长期, 果实三径又一次快速增长, 鲜重和体积也增长迅速, 但是体积的增加明显大于鲜重的增长, 此时鲜重和体积的日增长量分别是 0.96 g/d 和 1.06 cm³/d, 况且果实鲜重和体积的第 2 次迅速生长速度明显大于第 1 次的迅速生长速度。自花谢后 60~80 d 果实进入了缓慢生长期, 增长变得很不明显, 此时基本完成了形态成

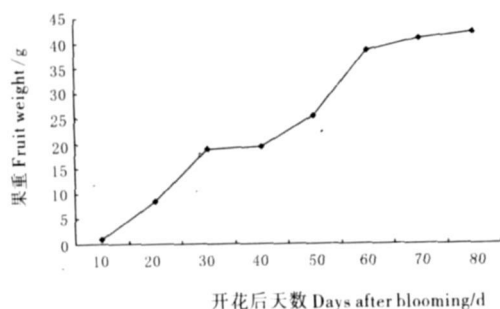


图 2 串枝红杏果实果重的变化曲线

Fig.2 Changing curve of fruit weigh of Chuanshizhong apricot

熟, 果实正在完成生理成熟, 并逐渐露出该品种的固有色泽。可以看出, 果实鲜重、体积的变化曲线与果实纵、横、侧径十分相似, 具有同步增长的趋势。

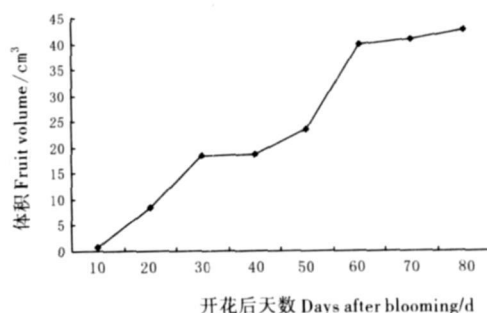


图 3 串枝红杏果实体积的变化

Fig.3 Changing curve of fruit volume of Chuanshizhong apricot

2.3 串枝红杏果实发育过程中维生素 C 含量的变化

从图 4 可以看出, 串枝红杏果实维生素 C 含量的变化在整个果实的发育过程中近似于“W”字形变化。在花谢后 10 d 幼果中维生素 C 含量最高, 达到了 125.96 mg/(100gFW)。之后, 随着果实的膨大, 维生素 C 含量呈不断降低的变化趋势, 至花后 30 d 降到最低。从花后 30~50 d 正值果实发育的硬核期, 维生素 C 处在较低的水平。随后果实中维生素 C 含量又有所增加, 到 50 d 达到 99.35 mg/(100gFW) 的一个较高水平。花后 50 d 之后, 果实维生素 C 含量又开始下降, 至花谢后第 70 天再次降至另一个低谷。70 d 之后, 果实生长缓慢, 随着果实逐渐进入生理成熟, 维生素 C 含量在不断上升, 到第 80 天维生素 C 含量达到 96.53 mg/(100gFW)。

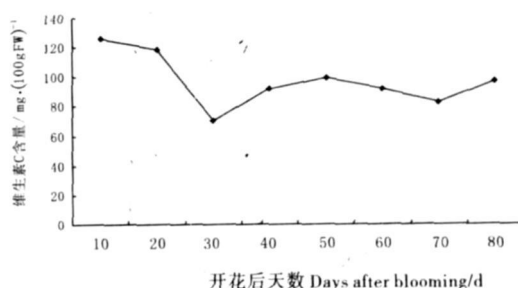


图 4 串枝红杏果实维生素 C 的变化曲线

Fig.4 Changing curve of Vc content of Chuanshizhong apricot

2.4 串枝红杏果实发育过程中有机酸的变化

从图 5 可以看出, 串枝红杏果实整个发育过程中有机酸含量的变化总体呈下降的变化趋势。在花谢后 10 d 有机酸含量最高。之后, 从第 10~20 天串枝红的有机酸含量变化不大, 只有略微的下降, 约下降了 0.2%。第 30 天开始由于果实进入了硬核期, 此时果实中的有机酸在

不断的降低, 进入硬核期约 10 d 后(40 d), 有机酸降到了一个低点, 此时有机酸的含量为 1.7%。接着又在缓慢的上升, 从 60 d 开始果实形态成熟基本停止, 生理成熟已经开始, 有机酸的含量迅速下降, 直至果实成熟时有机酸含量降至最低点。

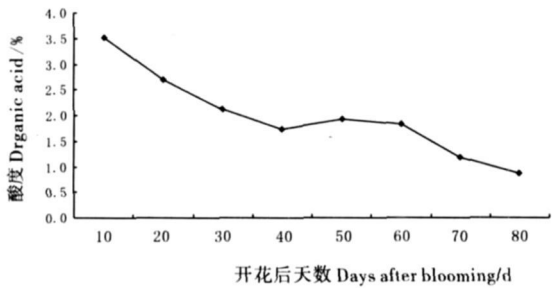


图 5 串枝红杏果实有机酸的变化曲线

Fig. 5 Changing curve of organic acid content of Chuanshihong apricot

2.5 串枝红杏果实发育过程中可溶性糖的变化

从图 6 可以看出, 串枝红杏果实中的可溶性糖在果实整个发育过程中, 总体呈上升的变化趋势。在果实发育初期, 可溶性糖的含量仅有 2.8%。随着果实的发育, 可溶性糖含量在不断上升, 到花后 30 d 时, 可溶性糖含量增至 5.13%。虽在硬核期可溶性糖含量有所下降, 但硬核期过后, 随着果实的发育, 可溶性糖含量又持续增长, 至成熟时达到 13.85%。

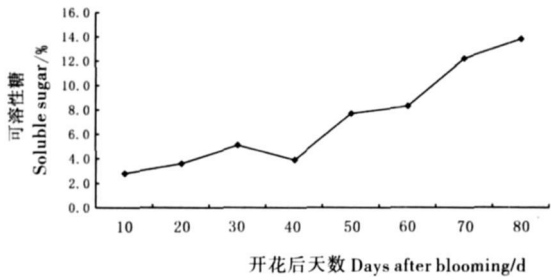


图 6 串枝红杏果实可溶性糖的变化曲线

Fig. 6 Changing curve of soluble sugar content of Chuanshihong apricot

3 讨论

3.1 串枝红杏果实生长发育动态

该研究反应出串枝红杏果实整个发育过程中果径、鲜重、体积的动态变化均可分 4 个发育时期呈双“S”型的曲线, 这与前人研究的其他杏果实品种有 5 个发育时期的动态变化趋势有所不同^[5]。根据各时期的生长发育的不同分为: 果实第 1 次迅速生长期、果实第 1 次缓慢生长期、果实第 2 次迅速生长期和果实成熟前缓慢生长期。果实第 1 次迅速生长期是由于气温升高, 成熟叶片已占大多数, 叶片向外输出营养, 两者之间的营养竞

争缓和, 果实细胞分裂加快迅速膨大。果实第 1 次缓慢生长可能是因为果核硬化, 这时需要大量的营养物质供给, 导致果实增长减慢; 果实第 2 次迅速生长主要是因为核硬化结束后, 大量营养物质分配给果肉, 营养物质大量的积累并使果肉细胞迅速膨大所致。果实成熟前缓慢生长期主要原因在于果实的形态成熟已经完成, 果实开始进入生理成熟阶段。串枝红杏果实第 1 个与第 2 个快速生长期是决定果实大小和果肉厚度的关键时期, 这个时期必须满足其肥水的需求, 这对于提高果实品质实现优质丰产非常关键, 否则, 就会出现果实形态小, 果肉不饱满的现象。

3.2 串枝红杏果实生长发育与味感物质变化的关系

串枝红杏果实整个生长发育过程中不断积累有机物质, 而且在成熟过程中有机物质又经过一系列复杂的生理生化转变, 使果实的色香味发生较大的变化, 糖的含量以及糖酸比是决定果实风味品质的主要因素, 最终使果实达到最佳的食用状态^[7]。该试验研究结果表明, 串枝红杏果实中维生素 C 含量和有机酸含量在果实发育早期, 即花谢后 10 d 处于较高水平, 而可溶性糖的含量则相反。当果实进入硬核期时三者均处于一个低谷, 这时果实的生长也变得缓慢, 表明核的硬化过程要求大量的营养, 从而阻止了果实发育过程中所需营养物质的形成, 因此硬核期之前增施肥水对提高果实品质有很重要的作用, 这与其他杏品种或核果类果实在硬核期营养物质保持较低水平的研究基本一致^[8-10]。串枝红杏果实果实成熟前 20 d 形态基本不再增长, 即果实进入生理成熟期, 有机酸和可溶性糖含量均有剧烈的变化趋势, 维生素 C 在 70 d 时虽有一个低谷, 但随后也开始快速的上升, 表明这个时期是影响果实风味品质的关键时期, 通过这个时期果实发育至完全成熟, 80 d 时果实的糖量或糖酸比达到采摘果实所需优良风味的品质条件。若提前采摘, 果实虽已开始着色但其果实含糖量或糖酸比较低, 此时, 风味品质明显较差, 因此, 对于串枝红杏果实的适时采摘是保证果实优质的关键。

4 结论

串枝红杏果实的果径、鲜重, 体积的生长均呈双“S”型曲线。在果实处于硬核期和成熟前 20 d 均生长缓慢。串枝红杏果实维生素 C、有机酸和可溶性糖含量变化虽有差异, 但随着果实生长发育至成熟呈规律性变化, 且与花后果实发育天数有极显著相关性。维生素 C 含量在幼果期最高, 但随着果实的增加逐步下降, 硬核期降至最低, 之后开始缓慢的上升状态, 在果实发育的 50~70 d 虽有下降的趋势, 但在成熟前 10 d 含量是急剧的上升。有机酸含量在果实发育过程中逐步的下降, 在硬核期和果实成熟前期下降速度最快。果实的可溶性糖含量随着果实发育成熟逐渐增加, 在果实硬核期结束和成

熟前期都保持剧增的趋势。

参考文献

- [1] 刘立强, 廖康, 张大海, 等. 新疆杏品种果实发育动态研究[J]. 新疆农业大学学报 2004 27(4): 36-42.
- [2] 常美花, 曹熙敏, 霍书新. 温室栽培条件下桃、杏果实发育过程中主要营养成分的动态变化[J]. 河南农业科学 2006(3): 77-80.
- [3] 高俊凤. 植物生理学实验技术[M]. 北京: 世界图书出版社 2000: 160-163.
- [4] 王晶英, 熬红, 张杰. 植物生理生化实验技术与原理[M]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 2003: 11-13.
- [5] 刘遵春, 单长卷, 包东娥. 金太阳杏果实生长发育规律的研究[J]. 湖

北农业科学 2006, 45(5): 625-626.

- [6] 靳利军, 苏淑钗. 木瓜果实生长发育的初步研究[J]. 河北林果研究, 2007, 22(4): 379-381.
- [7] 张华峰, 常麦尚. 果实成熟的味感变化及其生理生化基础[J]. 生物学通报 2000 35(3): 10-11.
- [8] 常美花, 张素英, 毕树广. 温室条件下杏果实发育过程中糖、酸和 Vc 含量的变化[J]. 华北农学报, 2007, 22(3): 68-70.
- [9] 张传来, 唐中林, 刘遵春, 等. 金光杏梅果实发育期间主要营养成分动态变化研究[J]. 西北林学院学报 2006 21(5): 98-101.
- [10] 许晖, 王飞, 郝文红. 甜樱桃果实发育及其营养成分的变化[J]. 果树科学 1992 9(4): 228-230.

Studies on Dynamic Development and Quality Characters of Chuanzhihong Apricot Fruit

HAO Yun, YANG Tu-xi, WEI Anzhi, YANG Heng, ZHANG Rui

(College of Forestry, Northwest of Agricultural and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract: This paper studied the growth curve and content variation of Vitamine C, organic acid and soluble sugar, which in the Chuanzhihong apricot fruit during the process of fruit development. The results showed that the growth and development of Chuanzhihong apricot fruit was double S-shaped curves: fast-slow-fast-slow. The whole growth and development course was divided into four periods: the first fast growth period of fruit, the first slow growth period of fruit, the second fast growth period of fruit and the second slow growth period of fruit at the beginning of ripening. The first slow growth period of fruit inosculated with the hardening of the core, and the first and the second fast growth period of fruit were two pivotal for fruit to grow. The variational curves of fresh fruit weight and fruit volume were almost semblable with that of vertical diameter, horizontal diameter and side diameter. They had the synchronous rising tendency. Vitamine C content was higher in young fruit and maturation, lower in the core hardening stage of fruit; the content of organic acid of apricot at the stage II was highest and than fell down to the lowest at mature stage; the total content of soluble sugar increased gradually with the fruit maturing.

Key words: Chuanzhihong apricot; Fruit; Growth and development; Nutrition component

生态农业可持续发展之路

生态农业是指在环境与经济协调发展思想的指导下, 总结吸收各种农业生产方式的成功经验, 按照生态学和循环经济理论的原理, 利用动物、植物、微生物之间的相互依存关系, 应用现代科学技术和系统方法, 保持并合理利用自然资源, 防治和减少环境污染, 形成农业生态环境与经济良性循环, 达到人与自然的和谐统一, 实现农业可持续发展。

我国是一个农业大国, 人多地少的矛盾长期制约农业的发展, 随着二、三产业的发展, 势必占用大量的土地

资源, 这一矛盾将更加突出。在过去经济短缺状况下, 农业生产的主要目标是解决 10 多亿人的温饱问题, 追求的是农产品的数量。而环境问题、农产品质量安全问题长期被忽视。化肥、农药、兽药残留过多, 直接危及人们的健康, 并影响农产品的出口。对森林、草地的过度开发, 导致植被覆盖率降低、水土流失、土壤退化、荒漠化严重, 抵御自然灾害的能力减弱。只有大力发展生态农业, 才能从根本上解决上述问题。

生态农业要求建立“一业为主、综

合发展、多级转换、良性循环”的高效无废料系统, 我国各地区在发展生态农业

过程中, 创造出许多内容丰富、形式多样、各具特色的生态农业模式。如①猪—沼—菜(果、茶、菌)模式; ②猪—鱼—菜模式; ③浆果—牧草—羊—沼—菌或果—禽有机连接的果园立体种养模式; ④浆林(果)—牛(羊)—食用菌—粮(菜)有机连接的立体农业模式; ⑤无公害农产品生产模式; ⑥小流域综合治理模式; ⑦观光生态农业模式等, 均取得显著的经济、生态和社会效益, 值得认真总结, 并结合各地具体实际加以推广。