

枸杞果实发育模式及营养物含量变化研究

张 宁¹,冯 美²,宋长冰³

(1. 宁夏大学化学化工学院, 银川 750021; 2. 宁夏大学农学院, 银川 750021; 3. 西北第二民族学院, 银川 750021)

摘 要:通过对枸杞果实发育过程中果实生长模式、碳水化合物、有机酸、Vc、可溶性蛋白质、多糖、类胡萝卜素含量的测定,系统分析它们在果实整个生长发育过程中的动态变化。结果表明枸杞果实发育呈双“S”曲线;可溶性总糖、还原糖含量生长前期变化不明显,近成熟时迅速积累至最高;淀粉含量前期积累,后期降低,成熟时果实中不含淀粉;总酸含量呈现先升高后降低的变化趋势;Vc 含量变化总体上呈先升高后降低的变化趋势;果实在发育前期可溶性蛋白质含量较低,随后升高,至花后 27d 达最高峰,以后逐渐减少;多糖、类胡萝卜素含量在发育前期较低,于花后 27 d 迅速增加,到成熟时达最大值。

关键词: 枸杞;果实发育;成分积累
中图分类号: Q945 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2006)03-00104-04

枸杞(*Lycium barbarum* L.)属茄科枸杞属,是多年生双子叶落叶灌木。主要分布于陕西、宁夏、青海、新疆等地,宁夏枸杞含有多种活性物质,具有增强免疫力、抗衰老、抗肿瘤、抗氧化等方面的药理作用,是一种十分名贵的中药材。同时,枸杞中含有胡萝卜素、维生素及微量矿质元素等人体必需的营养物质,是理想的药用食用植物资源。有关枸杞的研究,目前研究得较多的是枸杞栽培、引种、药用价值,专门对枸杞果实生长发育特性进行的研究尚为空白。为了加强枸杞产品综合利用和深加工开发,转资源优势为经济优势,研究枸杞果实生长发育规律及其发育过程中成分积累将十分重要。本文主要对枸杞果实生长曲线及其发育期主要化学成分的变化进行了分析,以期探明果实发育规律,为改进栽培技术、提高果实品质提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 材 料

本实验于 2004 年 4 月初开始,试材为宁夏农科院园艺研究所枸杞基地的 5 a 生树,株行距 1 m×3 m,管理水平中等。试验样地的土壤状况为:有机质 1.08%、全氮 0.60g/kg、碱解氮 30.15 mg/kg、速效磷 29.63 mg/kg、速效钾 108.08 mg/kg、pH 8.86、盐分 0.04%。

1.2 方 法

以宁杞 1 号为材料,随机区组设计,4 个重复,每重复选择代表性植株 20 株,用毛线拴记同一天开花的花朵(将毛线系在花梗处),从开花座果到果实

成熟,整个发育过程中共取样 7 次,具体取样时间为花后 7 d(6 月 4 日)、12 d(6 月 9 日)、17 d(6 月 14 日)、22 d(6 月 19 日)、27 d(6 月 24 日)、31 d(6 月 28 日)、34 d(7 月 1 日)。

采样时间为上午 8:30~9:30,分别从标记植株树冠的东、南、西、北 4 个方向以及上、中、下、内、外各个方向采取无病虫害的果实装入冰壶带回实验室。按四分法取样,立即测定果实鲜重,游标卡尺测定果实纵横径,排水法测定体积。总糖的测定采用蒽酮比色法,斐林试剂比色法测定还原糖,可溶性蛋白质含量的测定用紫外吸收法^[1];淀粉含量的测定参照徐昌杰法^[2];果实总酸含量测定用酸碱滴定法^[3];维生素 C 含量测定用碘滴定法^[4];果实总多糖的测定参照何进等的方法^[5],用苯酚硫酸法;类胡萝卜素含量的测定参照王兆升等的方法^[6]。

2 结果与分析

2.1 果实发育的生长曲线

2.1.1 果实纵横径的变化

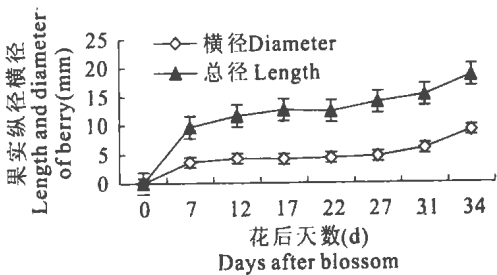


图 1 枸杞果实纵径、横径的变化

Fig. 1 Changes of length and diameter of fruit of *Lycium barbarum* L.

如图 1 所示,枸杞果实纵横径在果实生长发育过程中经历了“快~慢~快”的变化过程,呈现双“S”型生长曲线。花后 22 d 到 34 d 为第 2 次快速生长期,在第 2 次快速生长期中,纵径净增量占成熟果的 33.3%;果实横径净增量占成熟果的 48.2%,花后 22 d 到 34 d 是果实增长的主要时期,因此在栽培上要在此期控制好肥水。

2.1.2 果实鲜重及体积的变化

如图 2 所示,在枸杞果实整个生长发育期中,果实鲜重、体积的增加为双 S 曲线,其发育可分为 3 个阶段:花后 12 d 为第 1 次快速生长期,此期果实迅速增大;花后 12 d~27 d 为缓慢生长期;花后 27 d 到 34 d 为第 2 次快速生长期。在第 2 次快速生长期中,果实鲜重净增量占成熟时果重的 75.9%,体积净增大占成熟时果实体积的 73.8%,可以说明枸杞果实体积、鲜重的增长以第 2 个快速生长期为主,此期也是果实品质、产量形成的关键阶段。

2.2 果实发育期间化学成分的变化

2.2.1 碳水化合物含量的变化

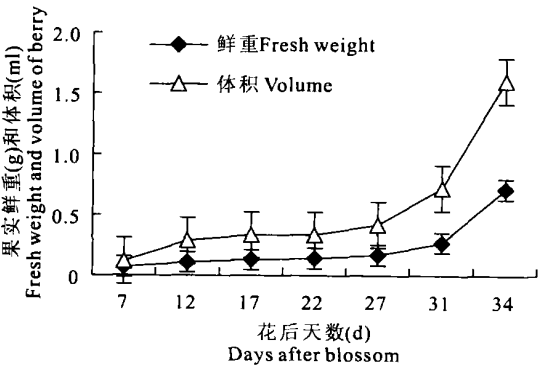


图 2 宁夏枸杞果实鲜重和体积的变化

Fig. 2 Changes of fruit fresh weight and volume during fruit development of *Lycium barbarum* L.

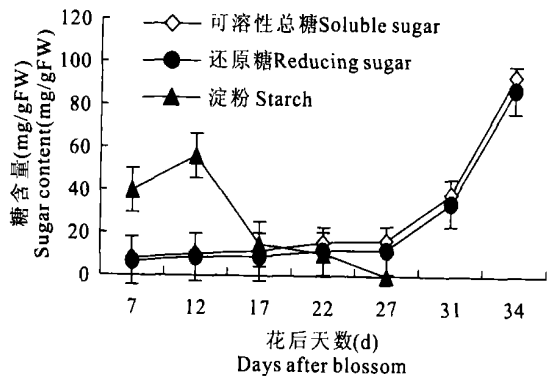


图 3 枸杞果实发育过程中糖含量变化

Fig. 3 Contents of different sugars in berry during berry development of *Lycium barbarum* L.

由图 3 可以看出,枸杞果实可溶性糖、还原糖变化过程大致可分为 2 个阶段:第 1 阶段,花后 27 d 以前,果实青果期,可溶性糖呈缓慢上升趋势,其日增量分别是 0.61 mg/g FW 和 0.44 mg/g FW;其净增量分别占成熟时含量的 17.8%和 13.8%;第 2 阶段,花后 27~34 d,为果实色变到果实成熟期,是糖分快速积累期,其净增量分别占成熟时含量的 82.2%和 86.2%。可以说明枸杞果实糖分的积累以第二个快速增长期为主。

枸杞淀粉含量前期积累,后期降低。花后 12 d 达到最高为 55.98 mg/g FW,随后急剧下降,成熟时枸杞果实中不含淀粉,这个结果与已研究的结果相同^[7]。

2.2.2 总酸含量的变化

如图 4 所示,枸杞果实发育前期总酸含量较低,随着果实的生长有机酸含量逐步增高,花后 27 d 达到最高值。此后,果实接近成熟时,总酸含量略有波动,呈下降趋势。这可能是随着果实的成熟,一部分有机酸转化为糖,另一部分作为呼吸底物而消耗掉了。

2.2.3 可溶性蛋白质含量的变化

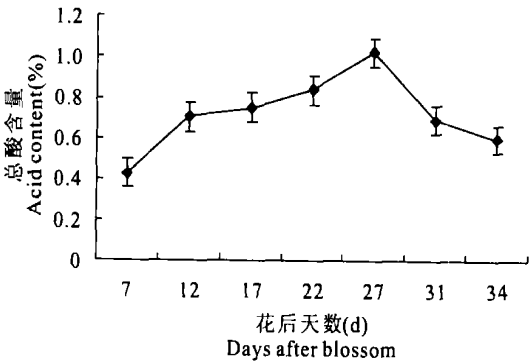


图 4 枸杞果实发育过程中总酸含量变化

Fig. 4 Contents of titratable acidity in berry during berry development of *Lycium barbarum* L.

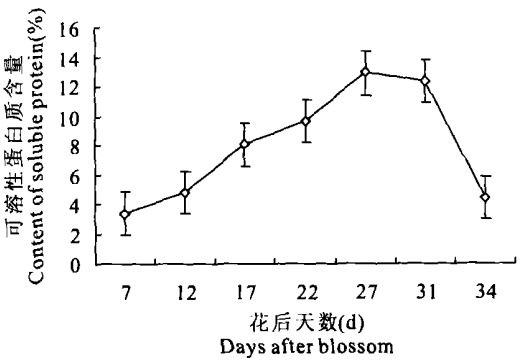


图 5 枸杞果实发育过程中可溶性蛋白质含量变化

Fig. 5 Contents of soluble protein in berry during berry development of *Lycium barbarum* L.

枸杞果实可溶性蛋白质含量变化呈先升高后降低的趋势。花后 7 d 其含量为 3.42%，随着果实的发育，合成加速，至花后 27 d 含量达最高峰，其含量为 12.88%，可能为种子进一步积累贮藏物质奠定基础。以后合成逐渐减少，到成熟时降至最低水平为 4.43%。

2.2.4 维生素 C 含量的变化

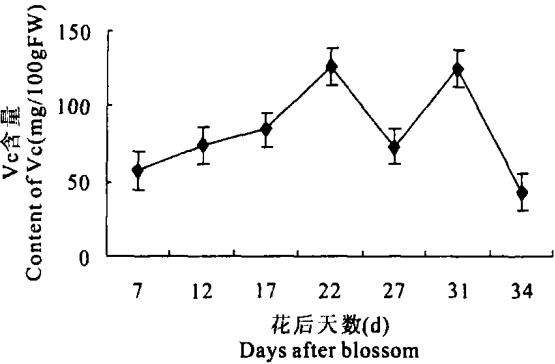


图 6 枸杞果实发育过程中 Vc 含量变化
Fig. 6 Contents of Vc in berry during berry development of *Lycium barbarum* L.

如图 6 所示，枸杞果实的 Vc 含量在果实生长发育过程中有两个含量高峰。始花后 Vc 含量较低，随果实的增长迅速升高，花后 22 d 升至第一个高峰，含量为 127.162 mg/100 g FW。随后迅速下降，于花后 27 d 降至低谷，随后又急剧上升，花后 31 d 升至第二个高峰，含量为 125.842 mg/100 g FW。然后迅速下降，成熟时果实 Vc 含量 43.12 mg/100 g FW。可见适时采收，对于保证果实品质，提高 Vc 含量具有重要意义。

2.2.5 多糖含量的变化

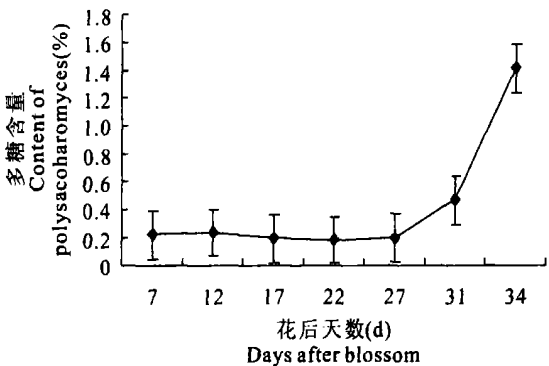


图 7 枸杞果实发育过程中多糖含量变化
Fig. 7 Contents of polysaccharomyces in berry during berry development of *Lycium barbarum* L.

如图 7，枸杞果实中多糖含量，在发育前期较低为 0.22%，于花后 27 d 开始迅速增加，平均日增量为 0.17%，到成熟时达最大值 1.42%。

2.2.6 类胡萝卜素含量的变化

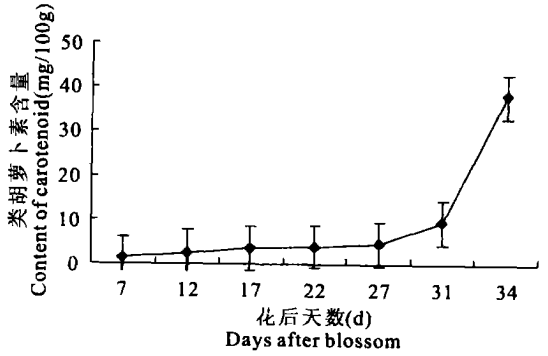


图 8 枸杞果实发育过程中类胡萝卜素含量变化
Fig. 8 Contents of carotenoid in berry during berry development of *Lycium barbarum* L.

枸杞果实中类胡萝卜素含量在发育前期较低，呈缓慢上升趋势，平均日增量为 0.17 mg/100 g FW；于花后 27 d 迅速增加，平均日增量为 4.79 mg/100 g FW，到成熟时达最大值为 38.19 mg/100 g FW。

3 问题与讨论

3.1 果实发育的生长曲线及相关管理措施

研究结果表明，枸杞果实生长发育曲线与桃、杏、樱桃、葡萄等果实基本相似，均属双“S”型^[8]，呈现幼果迅速生长期、缓慢生长期和成熟前快速膨大期三个阶段。第二个高峰期是影响枸杞产量形成的关键时期，在生产上应该采取相应的措施，以促进两个时期的果实膨大，特别是生长发育后期。

枸杞是一年中花芽持续分化的果树，在整个生长季节，各个生理过程环环相扣，所以应保证充足的营养才能满足枸杞果实生长发育的需要。保证果实正常生长发育的技术途径有三个：①增加树体的营养贮藏。通过秋施基肥增加养分，以便承担老眼枝开花、结实，春七寸枝生长、花芽分化和开花结实的任务。这次施肥的好坏对全年的产量影响很大，主要以有机肥为主，化肥为辅，施肥量应占全年施肥量的 40% 左右。②保证花前充足的营养供应。枸杞花量大，花期时间长，开花坐果期营养竞争激烈，因此，应在不同生长季节施以足量的氮、磷、钾复合肥，并给予充足的水分的供应，保证坐果和幼果生长的营养供应。一般分为以下三个时期追肥：老眼果成熟初期施肥，在宁夏产区为 6 月上旬，这次施肥以磷、钾肥为主，施肥量应占全年施肥量的 30% 左右；春七寸枝采果后期施肥，这次施肥以氮肥为主，施肥量应占全年施肥量的 20% 左右；秋七寸枝盛花期施肥，氮肥比例大，施肥量应占全年施肥量的 10% 左右。③强化夏季修剪。对徒长枝除了放顶需要保留的部分外，树冠其余徒长枝、根茎徒长枝，要早疏，越早越好。

3.2 果实发育期间化学成分的变化及适期采摘

从研究结果看,枸杞果实中营养成分种类丰富,可溶性糖、还原糖、总酸、Vc、可溶性蛋白质、多糖、类胡萝卜素在果实发育过程中都有各自的变化规律。枸杞果实发育过程中几种主要营养成分的规律性变化与枸杞果实在各个时期的生长速率有关。至果实成熟时,由于大量有机酸转变为糖,故有机酸含量最低。可溶性糖含量的变化与有机酸相比有明显不同,糖分积累前期缓慢增加,在第二个生长高峰期,总糖含量增加了近十倍。正是这种变化改变了果实的糖酸比,使枸杞果实风味好、味甜。甜度也是划分枸杞子等级的重要指标。

枸杞果实含蛋白质、Vc、多糖、类胡萝卜素等,这是枸杞作为营养保健品的价值所在。果实第二个生长高峰期也是多糖、类胡萝卜素积累的关键时期。目前对枸杞的药理成分进行了深入广泛的研究,发现多种高含量的功效成分,一是枸杞色素中有丰富的类胡萝卜素,近年来的医学研究表明,类胡萝卜素不仅是合成V_A的前提,而且在淬灭自由基^[9]、增强人体免疫力^[10],预防心血管疾病和防癌抗癌^[11]等保护人类健康方面起着更为重要的作用。二是枸杞多糖,是一种非特异性的免疫增强剂,能提高机体免疫功能,增强抗病能力,从而达到抗衰老、抗癌、抗辐射、抗肝炎以及抗艾滋病等作用。

枸杞果实是浆果,过早、过晚采摘都会影响其质量。果实从变色期到红熟期,生长迅速,特别是红熟期,生长最快,采摘过早果实膨大不够,产量低,商品上等级率低;采摘过晚,鲜果制干中褐变加重,油果

多。枸杞最佳的成熟度是果实色泽鲜红,表面光亮,果体变软,富有弹性,果实空心度大,果肉增厚,果蒂松动,果实与果柄易分离,易采摘,此时果实糖分含量达到最高,酸度较低,建议把含糖量和总酸含量作为枸杞果实适期采收的主要化学指标。

参考文献:

- [1] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2001.
- [2] 徐昌杰,陈文峻,陈昆松,等. 淀粉含量测定的一种简便方法—碘显色法. 生物技术,1998,8(2):41—43.
- [3] 韩雅珊. 食品化学实验指导[M]. 北京:中国农业大学出版社,1986.
- [4] 陈耀明. 枸杞子浓缩汁维生素C含量测定法[J]. 第四军医大学学报,1994,15(4):304—305.
- [5] 何进,张声华. 枸杞及枸杞多糖研究[J]. 食品科学,1995,16(2):14.
- [6] 王兆升,杜吉泉,杜方岭,等. 影响枸杞浓酒中类胡萝卜素保存率因素的研究[J]. 落叶果树,2000,(1):40—41.
- [7] 杨晓萍,张声华. 枸杞子糖类的研究[J]. 林产化学与工业,1998,18(2):65—68.
- [8] 于希志,金锡风,徐秋萍,等. 核果类果实营养成分测定及相关分析[J]. 落叶果树,1992,(4):22—25.
- [9] Miki W. Biological functions and activities of animal carotenoids [J]. Pure Apple Chem, 1991, 63:141—146.
- [10] Jyonouchi H, Hill J, Tomita Y, et al. Studies of immunomodulating actions of carotenoids. I. Effects of β -carotene and asaraxanthin on murine lymphocyte functions and cell surface marker expression in in vivo culture system [J]. Mar Cancer, 1991, 16: 93—105.
- [11] Bartley G E, Scolnik P A. cDNA cloning, expression during development and genome mapping of PSY2, a second tomato gene encoding phytoene synthase[J]. Biol Chem, 1993, 268:25718—25721.

Study on fruit development of *lycium barbarum*

ZHANG Ning¹, FENG Mei², SONG Chang-bing³

(1. Chemistry and chemical engineering School, Ning xia University, Yinchuan 750021, China; 2. Agriculture School, Ning xia University, Yinchuan 750021, China; 3. The Second Northwest University for Minorities, Yinchuan 750021, China)

Abstract: The changes of growth phase, carbohydrate, organic acid, vitamin C, soluble protein, polysaccharomyces and carotenoid in *Lycium barbarum* L. were studied during its maturation. The results were as follows: the growth curves of *Lycium barbarum* showed double sigmoid pattern; The content of soluble sugar and reducible sugar changed unremarkably in the early stage of berry development, sugar accumulated rapidly at the early ripening time; The content of starch accumulated in the early stage, and decreased to zero at maturation; The content of titratable acid were low in the early stage of berry development, then increased with the development of berry during maturation, and then decreased lightly; The curve of vitamin C content showed low-high-low tendency during berry development; At first stage the content of soluble protein in berry increased rapidly, and reached the maximum at the 31st day after blossom, after that declined gradually; The content of polysaccharomyces and carotenoids was lower in early stage of berry development, from the 27th day after blossom increased rapidly, and reached the maximum at maturation

Keywords: *Lycium barbarum* L.; Berry development; Composition accumulation