

金太阳杏果实生长发育的数学模型研究

包东娥 刘遵春*, 宋林森 (河南科技学院, 河南新乡 453003)

摘要 在果实生长发育期, 通过测定金太阳杏果实纵、横、侧径、体积、鲜重及干重, 建立金太阳杏果实生长模型。结果表明, 金太阳杏果实纵、横、侧径、体积与鲜重生长曲线呈“双S”型, 生长模型曲线分别为 $y = -2.7119 + 0.3528x - 0.007x^2 + 5 \times 10^{-5}x^3$ ($R^2 = 0.989$), $y = -2.7518 + 0.3033x - 0.0052x^2 + 3.4 \times 10^{-5}x^3$ ($R^2 = 0.990$), $y = -2.5068 + 0.2767x - 0.0048x^2 + 3.2 \times 10^{-6}x^3$ ($R^2 = 0.988$), $y = -22.756 + 1.9784x - 0.351x^2 + 0.0003x^3$ ($R^2 = 0.991$), $y = -15.344 + 1.1932x - 0.01x^2 + 8.8 \times 10^{-5}x^3$ ($R^2 = 0.994$); 果实干重生长曲线呈“单S”型, 生长模型曲线为 $y = 1/(1/7 + 56.1212 \times 0.8805^x)$ ($R^2 = 0.995$)。

关键词 金太阳杏; 果实生长发育; 数学模型

中图分类号 S11 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)04-00945-02

Study on Mathematic Model of Golden Sun Apricot's Fruit Growth and Development

BAO Dong-e et al (Henan Institute of Sci-Tech, Xinxiang, Henan 453003)

Abstract During the growth and development period, through measuring the vertical diameter, horizontal diameter, side diameter, fruit volume, fresh weight and dry weight of the golden sun apricot's fruit, the growth models were set up. The results indicated that the growth curves of the vertical diameter, horizontal diameter, side diameter, fruit volume and fresh weight of the golden sun apricot's fruit were double S shaped. The growth models were as follows: $y = -2.7119 + 0.3528x - 0.007x^2 + 5 \times 10^{-5}x^3$ ($R^2 = 0.989$), $y = -2.7518 + 0.3033x - 0.0052x^2 + 3.4 \times 10^{-5}x^3$ ($R^2 = 0.990$), $y = -2.5068 + 0.2767x - 0.0048x^2 + 3.2 \times 10^{-6}x^3$ ($R^2 = 0.988$), $y = -22.756 + 1.9784x - 0.351x^2 + 0.0003x^3$ ($R^2 = 0.991$), $y = -15.344 + 1.1932x - 0.01x^2 + 8.8 \times 10^{-5}x^3$ ($R^2 = 0.994$). The growth curve of the dry weight of the fruit was S shaped. The growth model was $y = 1/(1/7 + 56.1212 \times 0.8805^x)$ ($R^2 = 0.995$).

Key words Golden sun apricot; Fruit growth and development; Mathematic model

金太阳杏在河南省3月中旬开花,5月中下旬成熟,果实整个生长发育期为60~80 d。合理进行田间管理是金太阳杏优质高产的重要途径。近年来,国内对杏生物学特性和栽培技术已作了大量研究¹⁻²⁾,但对杏果实生长发育的数学模型研究尚未见报道。为此,笔者以金太阳杏为材料,通过研究果实生长发育过程中果实纵、横、侧径、体积、鲜重、干重的变化规律,建立数学模型,并找出各项生长指标之间的相关性,为确定合理的田间管理措施,获得优质果品提供科学理论依据。

1 材料与方

1.1 材料 试验于2006年4~5月在河南省新乡县乔谢村杏果园进行。该果园土壤为沙壤土,土壤肥力中等,管理水平一般。供试品种为高接于桃树上的金太阳杏,树龄5年,株行距3 m×4 m,南北行向,树势健壮,生长结果良好。

1.2 方法 选有代表性的5株树为采样树,于谢花后15 d开始,每隔4 d采样1次,直至果实成熟。于每次采样日的下午16:00分别在每株树冠南方的短果枝上随机采集样果10个,采果后立即带回实验室测量。用游标卡尺分别测定果实的纵、横、侧径;用天平称取果实鲜重;用排水法测定果实体积。最后,将果实放到烘箱中烘干至恒重,用天平称取果实重量,即得果实干重。

对调查所得数据进行统计分析,绘制果实生长散点图,用SPSS统计软件模拟果实各生长指标与发育天数的回归方程³⁾,并对各指标进行相关分析。

2 结果与分析

2.1 果实发育

2.1.1 果实纵、横、侧径与果实发育天数之间的数学模型。由图1可知,金太阳杏果实纵、横、侧径增长动态曲线为双S

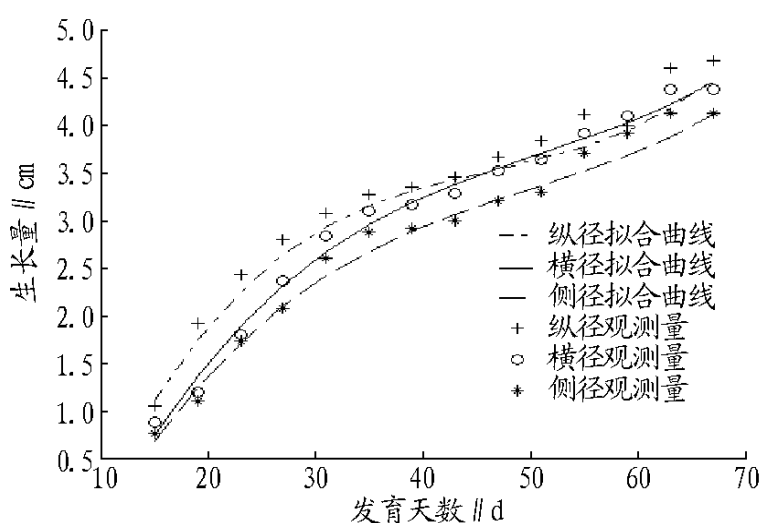


图1 金太阳杏果实纵、横、侧径增长动态曲线

型。整个生长过程可分为5个时期,其中盛花后15~19 d,果径增长缓慢,果实纵、横、侧径的日平均增长量仅为0.15、0.08和0.085 cm;盛花后19~35 d为果径第1次迅速增长期,纵、横、侧径的日平均增长量分别达0.101、0.119和0.111 cm;盛花后35~47 d为果实硬核期,果径增长缓慢,纵、横、侧径的日平均增长量仅为0.033、0.035和0.028 cm;盛花后47~63 d为果径第2次迅速增长期,纵、横、侧径的日平均增长量分别达到0.059、0.053和0.057 cm;盛花后63 d至成熟采收前,果径几乎停止生长。通过SPSS统计软件模拟果实纵、横、侧径生长量(y)和盛花后果实发育天数(x)的回归方程。纵径生长量回归方程为 $y = -2.7119 + 0.3528x - 0.007x^2 + 5 \times 10^{-5}x^3$, $R^2 = 0.989$;横径生长量回归方程为 $y = -2.7518 + 0.3033x - 0.0052x^2 + 3.4 \times 10^{-5}x^3$, $R^2 = 0.990$;侧径生长量回归方程为 $y = -2.5068 + 0.2767x - 0.0048x^2 + 3.2 \times 10^{-6}x^3$, $R^2 = 0.988$ 。金太阳杏果实纵、横、侧径与果实发育天数的关系均达到高度相关,说明该数学模型比较准确反映了果实纵、横、侧径动态变化规律。

2.1.2 果实体积、鲜重与果实发育天数之间的数学模型。由图2、3可知,金太阳杏果实体积和鲜重增长动态曲线为双S型。整个生长过程可以分为5个时期,其中盛花后15~19

作者简介 包东娥(1982-),女,湖北随州人,助教,从事应用数学和数学模型方面的研究。* 通讯作者。

收稿日期 2006-07-17

d, 增长缓慢, 果实体积和鲜重日平均增长量分别为 0.363 cm^3 和 0.555 g ; 盛花后 19 ~ 35 d 为第 1 次迅速增长期, 体积和鲜重的日平均增长量分别达到 0.956 cm^3 和 0.925 g ; 盛花后 35 ~ 47 d 为果实硬核期, 体积和鲜重的日平均增长量仅为 0.558 cm^3 和 0.75 g ; 盛花后 47 ~ 63 d 为第 2 次迅速增长期, 体积和鲜重的日平均增长量分别达到 1.209 cm^3 和 0.975 g ; 盛花后 63 d 至成熟采收前, 增长变慢, 体积和鲜重的日平均增长量分别只有 0.3 cm^3 和 0.1 g 。通过 SPSS 统计软件模拟果实体积和鲜重生长量 (y) 和盛花后果实发育天数 (x) 的回归方程。体积生长量回归方程为 $y = -22.756 + 1.9784x - 0.351x^2 + 0.0003x^3$, $R^2 = 0.991$; 鲜重生长量回归方程为 $y = -15.344 + 1.1932x - 0.01x^2 + 8.8 \times 10^{-5}x^3$, $R^2 = 0.994$ 。该数学模型拟合良好, 能够较好地反映果实体积和鲜重动态变化规律。

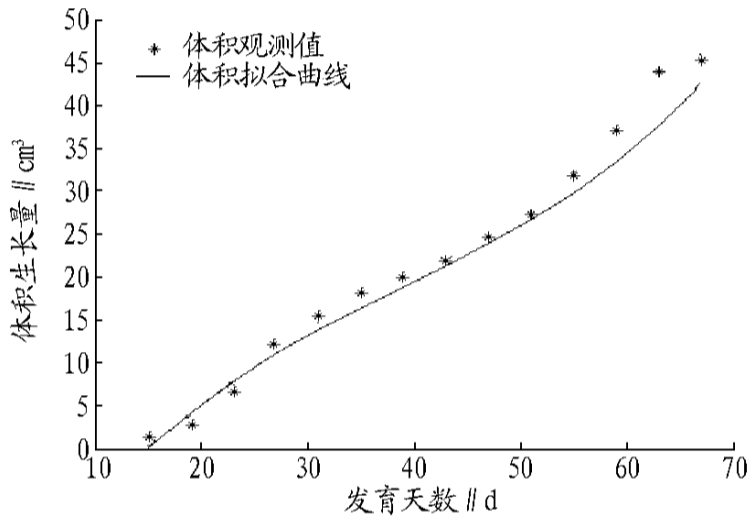


图2 金太阳杏果实体积增长动态曲线

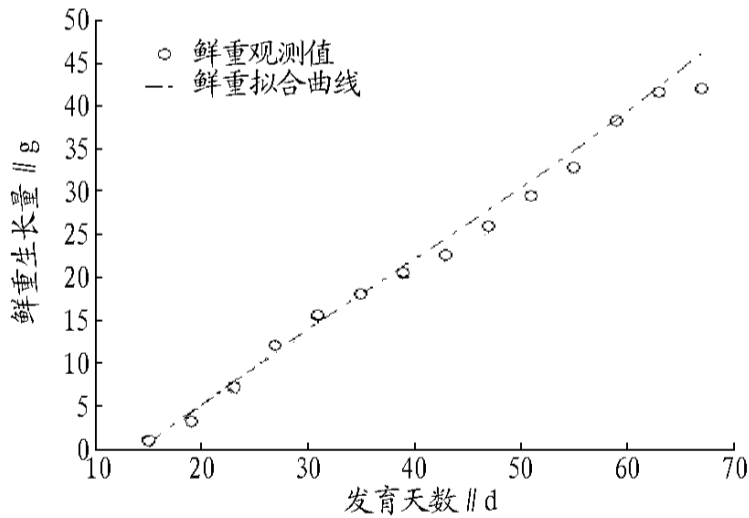


图3 金太阳杏果实鲜重增长动态曲线

2.1.3 果实干重与果实发育天数之间的数学模型。由图 4 可知, 金太阳杏果实干重增长动态曲线为单 S 型。整个生长过程可以分为 3 个时期, 其中盛花后 15 ~ 31 d, 果实干重增长缓慢, 日平均增长量为 0.039 g ; 盛花后 31 ~ 63 d 为果实干重迅速增长期, 日平均增长量达到 0.173 g ; 盛花后 63 d 至成熟采收前, 果实干重增长变慢, 日平均增长量只有 0.013 g 。通过 SPSS 统计软件模拟果实干重生长量 (y) 和盛花后果实发育天数 (x) 的回归方程。干重生长量回归方程为 $y = 1/(1/7 + 56.1212 \times 0.8805^x)$, $R^2 = 0.995$ 。该数学模型拟合良好, 能够较好地反映果实干重动态变化规律。

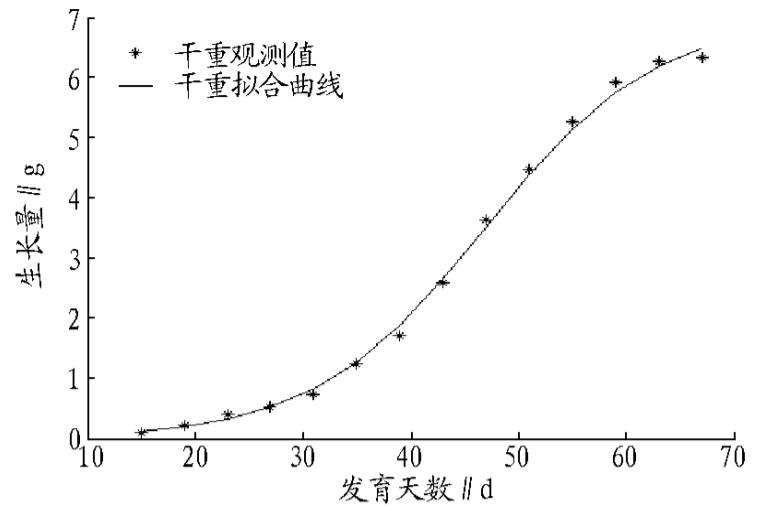


图4 金太阳杏果实干重增长动态曲线

2.2 果实生长指标的相关性 在果实发育过程中, 各生长指标之间都有相互联系, 其相关系数见表 1。

表1 金太阳杏果实生长指标之间的相关系数

	纵径	横径	侧径	体积	鲜重	干重
纵径	1					
横径	0.989	1				
侧径	0.991	0.998	1			
体积	0.961	0.959	0.994	1		
鲜重	0.971	0.971	0.977	0.995	1	
干重	0.956	0.952	0.976	0.962	0.968	1

3 讨论

研究表明, 金太阳杏果实生长发育随季节变化具有明显规律性, 其中果实果径、体积和鲜重动态变化曲线为“双 S”型, 体积和鲜重增长呈现 2 个明显的高峰期, 而这 2 个高峰期是影响金太阳杏产量和品质形成的关键时期, 尤其是第 1 个高峰期。因此, 为了充分满足金太阳杏果实生长发育的需要, 在生产上必须根据其果实发育规律采取相应栽培技术措施, 如增施壮果肥、适当喷施 0.2% ~ 0.5% 尿素和磷酸二氢钾以促进果实膨大和糖分积累, 以及结合土壤水分状况采取相应的灌溉或排水措施等等。试验还表明在生长季节内, 果实各部分的生长发育是相互依存、互相影响的, 彼此表现出有顺序、有节奏的变化。

建立果实生长发育的数学模型^[4-6], 旨在更科学地预测和评估果实在某一阶段的生育状况, 为提高金太阳杏的管理水平提供科学依据。笔者仅就果实的一些外观指标及干物质作了分析, 至于金太阳杏果实内在品质的因素如总糖、总酸、Vc、可溶性固形物含量等的变化规律尚待进一步研究。

参考文献

[1] 王玉森, 衡勇. 金太阳杏丰产栽培技术[J]. 中国果树, 2004(6): 32-33.
 [2] 杨恒, 魏安智, 杨途熙, 等. 日光温室栽培对杏花及果实生长发育的影响[J]. 西北植物学报, 2003(11): 1932-1936.
 [3] 李志辉, 罗平. SPSS for Windows 统计分析教程[M]. 2 版. 北京: 电子工业出版社, 2005.
 [4] 匡晓东, 杨文学, 王聪田. 安农无核蜜香柚果实生长发育的数学模型研究[J]. 浙江柑橘, 2000(3): 31-32.
 [5] 刘勇, 刘善军, 唐建军, 等. 甜柿果实发育数学模型研究[J]. 江西农业大学学报, 2003(3): 308-312.
 [6] 杨照渠, 陈旦蕊, 苏士法. 东魁杨梅果实生长发育规律初探[J]. 浙江农业科学, 2003(1): 7-9.