

“秦冠”苹果果实和叶生长规律的研究

张 涛, 任德元, 张国桢

(杨凌职业技术学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要:以“秦冠”苹果的叶片和果实生长量为调查对象,采用定位观察对所得数据进行数学统计及非线性回归,研究苹果果实的发育动态规律,以期建立苹果叶片和果实生长量的生长模型。结果表明:苹果生长发育的时间顺序为:形成叶幕-开花授粉-坐果-果实快速膨大-果实缓慢膨大-成熟。营养生长基本完成后才开始生殖生长,苹果的营养型为“库受限制型”。当萌芽后 0 至 35~40 d 为苹果叶片的长、宽和叶面积快速增加期;3 周左右叶面积日生长速率达到最大;萌芽后 40 至 110~130 d 果实横径、纵径和果实体积快速增大;10 周左右果实体积日增大速率达到最大。叶长日最大速率先于叶宽,叶面积日最大速率最后出现;果实纵径日最大速率先于横径;果实日最大速率最后出现。

关键词:苹果;生长模型;叶片;果实

中图分类号:S 661.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)21-0015-04

产量的形成,一般是指光合作用产物的形成与分配。叶片是植物光合作用的基本单元,也是光合产物输出部位。果实生长是果实细胞分裂、增大和同化产物积累转化的过程^[1]。果实的大小主要决定于果实的细胞数量和细胞体积。增大果实细胞的分裂能力和提高果实细胞体积膨大度,二者综合才可使果实的大小增加^[2]。果实最终大小取决于花前因素和果实的早期生长^[3]。果实细胞的活跃分裂通常都在花后数周之内。苹果、桃、杏细胞分裂期持续 3~4 周。在果肉细胞的活跃分裂期间,细胞数量基本增加达到稳定程度,进入幼果发育期后,细胞的分裂即由盛转衰直到分裂停止。果实细胞分裂停止的顺序是:内果皮→中果皮→外果皮,这在葡萄^[4]、荔枝上已得到证实。大果的细胞数量一般比小果多。其原因与“库”的大小、活性有关,在较低的吸收供应条件下,细胞分裂是限制果实生长的一个主要因素^[4]。果树砧木通过影响激素物质含量来影响果实大小和果实细胞数目,但不影响果实细胞分裂次数^[5]。果实果肉细胞的数量还受果肉干物质的变化影响,而且果肉细胞的分裂率还取决于“源”和“库”的比率,果实细胞在花后旺盛分裂时即开始增大,细胞停止分裂后继续增大到峰值。果实细胞体积的增大基本呈“快-慢-快”的单 S 型趋势^[6-7]。

植物生长模型为温室植物生长环境参数的调控提

供了重要依据^[8],近年来国内在温室栽培的黄瓜^[9]、番茄^[10]、甜瓜^[11]等作物的生长模型和应用上建立了一系列综合、完整的体系,在建模技术及算法上均有一定的进展。Logistic 生长发育模型,在生物学上广泛应用。其较好地描述了温室油桃^[12]、杏^[13]果实的生长规律。苹果多为露地栽培且其栽培管理相对粗放,对其果实发育动态的研究较少。近年来优质苹果价位的走高,苹果的优质精细栽培技术在实际生产中应用愈加广泛。该试验研究了苹果果实的发育动态规律,以期苹果的优质精细栽培技术体系和挖掘栽培的生产潜力提供技术支撑和依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验在陕西省礼泉县南坊镇北岭村刘伟光果园内进行。海拔 620 m,年均气温 14.5~16.0℃,年降雨量 605 mm,无霜期 210 d,土壤壤土,肥力中等,无灌溉条件。

1.2 试验材料

供试苹果品种为“秦冠”,砧木为“八棱海棠”(Malus micromalus Makino);树龄 15 a,株行距 3 m×4 m,4、7 月份各追肥 1 次,1~1.5 kg/株;11 月份施基肥 1 次,在树冠投影部位开挖带沟至根系主要分布深度,宽 0.4~0.6 m。修剪、病虫害等按常规管理。

1.3 试验方法

供试单株提前 3 a 在园内选择生长势相近的植株为待试验植株,跟踪统计产量。根据待试验植株产量状况,将单株产量小于平均单株产量±10%的植株固定为供试单株。当树体开始挂果时(4 月中下旬),在被选

第一作者简介:张涛(1970-),男,陕西长安人,本科,讲师,现主要从事数学及应用数学的教学与研究工作。E-mail:zhangtao119600@163.com.

收稿日期:2012-07-23

单株东、南、西、北 4 个方位的上、中、下部位随机选取 5 个果实,用游标卡尺每隔 10 d 分别测定 1 次果实的纵径和横径,直至果实成熟为止,并记录果实纵、横径的变化规律;同时测定果实对应旗叶(距果实最近的健全叶)的长和宽。调查 20 株,每株测定 12 个果实,共测定 240 个果实;每株测定 12 个叶片,共测定 240 个叶片。收获期统计单株产量。同时,随机采非调查植株 8~10 个发育正常的果实测定纵径和横径,并带回实验室用容积法测定果实体积,做体积果实体积计算校正系数;调查 10 株,每株测定 12 个果实,共测定 120 个果实。同时,采集该果实对应旗叶的长和宽进行调查,并带回室内用叶面积仪测定叶面积,并做叶面积回归校正系数。

1.4 数据分析

所有试验数据用 Excel、DPS^[14] 和 MATLAB^[15] 软件进行统计分析。叶面积=叶长×叶宽×0.738(叶面积计算校正系数);果实体积=果高×最大横径²×0.754(果实体积计算校正系数)。叶片作为果实的营养“源”,果实作为叶片的营养“库”;Blackman 等将作物产量归纳为源受限制型、库受限制型和互作型。Logistic 生长发育模型是反映营养物质数量对种群(库)增长限制的一种线性关系的模型。分别对叶和果的监测数据回归分析建立 Logistic 方程。

2 结果与分析

2.1 叶片和果实生长规律

由图 1~3 可知,Logistic 方程能够较好地描述苹果叶片和果实生长发育规律。当 $t=35\sim40$ d 时,苹果叶片的长、宽和叶面积快速增加并均趋于一定值。即达到最适“源”量。苹果每叶光合势 $1\ 657.383\sim1\ 894.152\text{ cm}^2/\text{d}$ 。由图 4~6 可知,果实在 40 d 左右(叶面积趋于定值)开始生长。横径、纵径和果实体积在 $t=40\sim120$ d 快速增大, $t=110\sim130$ d 时,果实的横径、纵径和果实体积均趋于一定值。苹果单果产量库容 423.941 cm^3 。苹果形成叶幕后才开始生殖生长,即苹果为“库受限制型”。

2.2 叶片和果实日变化规律

由图 7~10 可知,叶片和果实日变化规律均呈“抛物线”状。由图 7 可知, $t=0\sim15.2$ d 时, $\frac{dN_t}{dt}$ (净生长量 RLG)随时间呈递增关系,当 $t=15.2$ d 时,叶长生长速率取得极大值(0.498 cm/d); $t=0\sim19.0$ d 时, $\frac{dN_t}{dt}$ 随时间呈递增关系,当 $t=19.0$ d 时,叶宽生长速率达到最大值(0.177 cm/d),由图 8 可知, $t=0\sim23.7$ d 时, $\frac{dN_t}{dt}$ 随时间呈递增关系;当 $t=23.7$ d 时,叶面积生长速率达到最大值($1.932\text{ cm}^2/\text{d}$)。

由图 9 可知, $t=0\sim93.2$ d 时, $\frac{dN_t}{dt}$ 随时间呈递增关

系,当 $t=93.2$ d 时,果实横径增大速率取得极大值(0.0783 cm/d); $t=0\sim65.4$ d 时, $\frac{dN_t}{dt}$ 随时间呈递增关系,当 $t=65.4$ d 时,果实纵径增大速率达到最大值(0.118 cm/d);由图 10 可知, $t=0\sim116.0$ d 时, $\frac{dN_t}{dt}$ 随时间呈递增关系,当 $t=116.0$ d 时,果实体积增大速率达到最大值($6.957\text{ cm}^3/\text{d}$)。

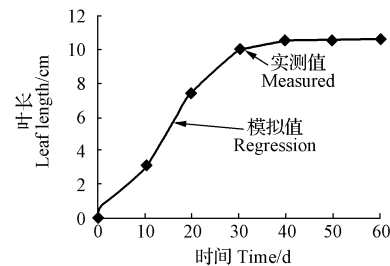


图 1 叶长变化及模拟曲线

Fig. 1 Variation of leaf length and regression curves

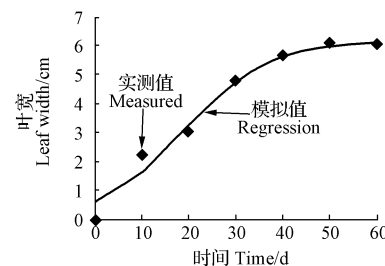


图 2 叶宽变化及模拟曲线

Fig. 2 Variation of leaf width and regression curves

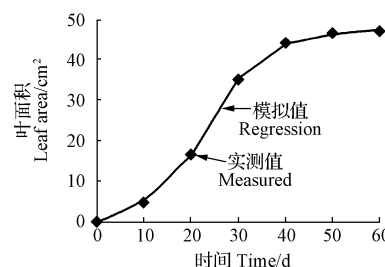


图 3 叶面积变化及模拟曲线

Fig. 3 Variation of leaf area and regression curves

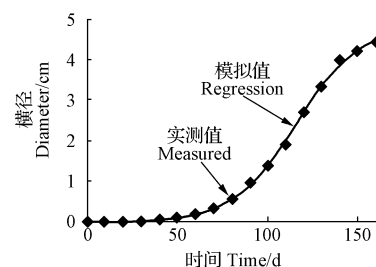


图 4 果实横径变化及模拟曲线

Fig. 4 Variation of fruit diameter and regression curves

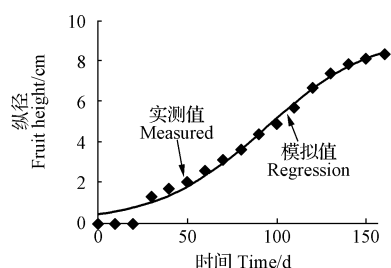


图5 果实纵径变化及模拟曲线

Fig. 5 Variation of fruit height and regression curves

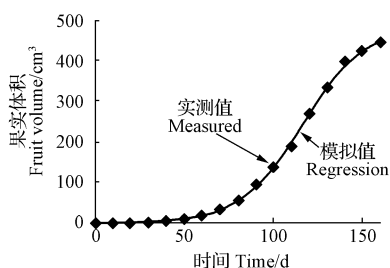


图6 果实体积变化及模拟曲线

Fig. 6 Variation of fruit volume and regression curves

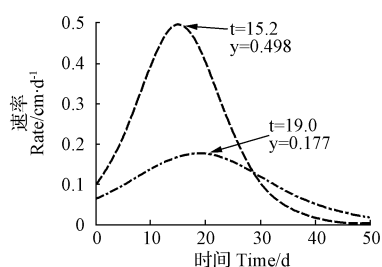


图7 叶长和叶宽变化速率

Fig. 7 The rate of the leaf length and leaf width

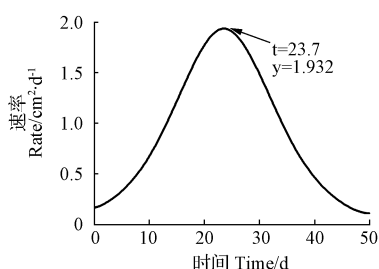


图8 叶面积变化速率

Fig. 8 The rate of the leaf area

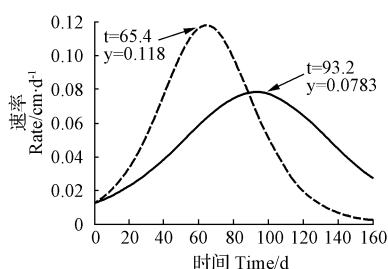


图9 果实横、纵径增大速率

Fig. 9 The growth rate of width and height of fruit

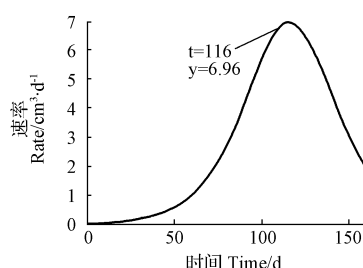


图10 果实体积变化速率

Fig. 10 The rate of the fruit volume

3 结论

该试验结果表明,苹果生长发育的时间顺序为:形成叶幕-开花授粉-坐果-果实快速膨大-果实缓慢膨大-成熟。营养生长基本完成后方开始生殖生长,苹果的营养型为“库受限制型”。

春季萌芽后,当0至35~40 d时,苹果叶片的长、宽和叶面积快速增加;当 $t=23.7$ d时,叶长生长速率达到最大。春季萌芽后,40至110~130 d时,果实横径、纵径和果实体积快速增大;当 $t=116.0$ d时,果实体积增大速率达到最大值。

苹果叶片和果实日生长速率均存在最大速率。叶长日生长最大速率先于叶宽,叶面积日生长最大速率最后出现;果实纵径日生长最大速率先于横径;果实日生长最大速率最后出现。

参考文献

- [1] 王春飞,郁松林,肖年湘,等.果树果实生长发育细胞学研究进展[J].中国农学通报,2007,23(7):386-390.
- [2] Harada T, Kurahashi W, Yanai M, et al. Involvement of cell proliferation and cell enlargement in increasing the fruit size of *Malus* species[J]. Scientia Horticulturae, 2005, 105: 447-456.
- [3] Cruz Castillo J G, Woolley D J, Lawes G S. Kiwifruit size and CPPU response are influenced by the time of anthesis[J]. Scientia Horticulturae, 2002, 95: 23-30.
- [4] Bertin N, Gautier H, Roche C. Number of cells in tomato fruit depending on fruit position and source-sink balance during plant development[J]. Plant Growth Regulation, 2002, 36(2): 105-112.
- [5] 闫树堂,徐继忠.不同矮化中间砧对红富士苹果果实内源激素、多胺与细胞分裂的影响[J].园艺学报,2005,32(1):81-83.
- [6] 李建国,黄辉白,刘向东.荔枝果皮发育细胞学研究[J].园艺学报,2003,30(1):23-28.
- [7] 王荣花,李嘉瑞,陈理论.杏果实发育的形态解剖学研究[J].西北农业大学学报,2000,28(4):45-50.
- [8] 伍德林,毛罕平,李萍萍.我国设施园艺作物生长模型研究进展[J].长江蔬菜,2007(2):36-40.
- [9] 谢祝捷,陈春宏,余纪柱,等.上海自控温室黄瓜干物质生产和分配模拟模型研究[J].上海农业学报,2004,20(1):75-79.
- [10] 孙忠富,陈人杰.温室番茄生长发育动态模型与计算机模拟系统初探[J].中国生态农业学报,2003,11(2):84-88.
- [11] 袁昌梅,罗卫红,邵翔,等.温室网纹甜瓜干物质分配、产量形成与采收期模拟研究[J].中国农业科学,2006,39(2):353-360.
- [12] 刘慧,张国桢,张宏辉,等.温室油桃叶片与果实生长模型及其分析

[J]. 西北林学院学报, 2010, 25(1): 86-89.

[13] 杨恒, 魏安智, 杨途熙, 等. 日光温室杏果实发育规律研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版) 2007, 35(1): 175-183.

[14] 唐启义, 冯明光. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统[M]. 北京: 科学出版社, 2002.

[15] 姚兆林. MATLAB 6 图像处理[M]. 北京: 清华大学出版社, 2002.

Study on Growth Regular Fruit and Leaf of the ‘Qinguan’ Apple

ZHANG Tao, REN De-yuan, ZHANG Guo-zhen

(Yangling Vocational and Technology College, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract: The leaf and fruit growth of ‘Qinguan’ apple were used as investigation object. The data and nonlinear regression mathematical statistics of apple leaves and fruit growth model were established. The results showed that growth time of apple order were leaf screen → flowering and pollination → fruiting → rapid enlargement of fruits → rapid slow enlargement of fruits → maturity. Reproduction growth was begun after fruit vegetative growth, apple nutritional type was ‘resource limited’. The leaf length, width and leaf area rapidly grow the date of about 35~40 d. The rate of leaf of growth one day reached to maximum about 3 weeks. The date of began 40 d to around 110~130 d, growing diameter, longitudinal diameter and fruit volume rapidly increased. The rate of fruit growth one day reached to maximum about 10 weeks. The maximum rate of leaf length reached before the maximum rate of leaf width, the rate maximum of leaf area rate appeared finally. The maximum rate of fruit diameter reached before the maximum rate of fruit height, the rate maximum of leaf fruit volume appeared lastly.

Key words: apple; growth model; leaf; fruit

苹果枝干轮纹病的防治

轮纹病的发生和流行与气候、品种、栽培管理及树势关系密切。土壤瘠薄、黏重、板结、有机质少和偏施氮肥的果园发病重。一般情况下, 4~5 月份降雨量大时当年发病重, 树势弱发病重。

1 药剂防治

萌芽前喷 5 波美度石硫合剂或 5% 菌毒清水剂 100~200 倍液。萌芽后刮除枝干病瘤, 刮治要轻, 以去掉病瘤, 健皮部分露出淡绿好皮为度。刮后涂腐必清原液或 2 倍液等, 重病果园可用腐必清乳剂 50 倍液在苹果树休眠期全树喷雾防治。若树干整周染病, 应先刮治一半, 待治愈后再刮治另一侧。

2 药剂保护

生长期喷药保护果实可防止侵染。坐果后连续喷 2 次(间隔 10 d) 杀菌药剂, 如 80% 多菌灵 2 000 倍液(1 次), 70% 甲基托布津 1 000 倍液(1 次)。以后根据所用药剂药效长短再喷保护性杀菌剂数次, 如间隔 20 d 喷 1:2:200 波尔多液, 直到 9 月末。还可交替选用 75% 百菌清可湿性粉剂 700~1 000 倍液、70% 或 80% 代森锰锌(喷克、大生 M-45) 600~800 倍液、40% 福星乳油 8 000~10 000 倍液等喷雾。

3 提高抗病力

加强栽培管理, 增强树势, 提高树体抗侵染能力。新建园时注意选用无病苗木, 发现病株及时铲除, 以防病害蔓延。幼树整形修剪时, 切忌用病区的或带病的枝干做支棍。刮下的病皮和剪下的病树枝集中烧毁, 不可堆放在园内。园内要勤中耕除草。

4 及时处理病果

果实发病后, 注意及早摘拾病果深埋。

5 套袋

果园在花后要及时疏果、定果并套袋。时间越早越好, 基本上可以杜绝果实发病, 套袋前要彻底喷施杀菌剂。

6 低温贮藏

试验证明, 库温保持在 5℃ 以下时, 所贮果实基本不发病; 0~2℃ 时可完全控制发病。所以低温贮藏是防治贮藏期轮纹病发生的重要措施。