

气象因子与国光苹果品质关系的研究

杨振伟

(河北省农林科学院昌黎果树研究所, 昌黎 066600)

摘要: 根据连续 16 年的气象资料和国光苹果品质的调查数据, 采用数理统计的分析方法, 分析了气象因子与其果实品质的相关关系。结果表明, 可溶性固形物、可滴定酸、果实硬度和糖酸比均与生长季节的不同生物时段的不同气象因子有密切关系。多元相关系数分别为 0.876 9, 0.767 1, 0.892 9 和 0.859 0。通径分析和多元回归分析表明, 结果与其相关分析完全一致。本研究结果指出直接影响可溶性固形物、可滴定酸、硬度、以及糖酸比的主气象因子分别是 7 月下旬~ 9 月中旬的日照时数, 7~ 8 月的降水量, 6 月下旬~ 7 月上旬的日均温以及 7 月中下旬的日均温。

关键词: 气象因子; 国光苹果; 品质

中图分类号: S661.1 文献标识码: A 文章编号: 1000- 7091(2000) 增刊- 0148- 05

国内外对苹果的越冬冻害、气候适应性和气候区划、生长发育、产量与气象因子的关系等已有较多的研究, 而有关气象因子对苹果品质的影响, 虽在红星果实品质与气象因子^[1~ 3]和国光苹果成龄大树树冠光分布与其产量质量关系作过研究^[4], 但多年次系统的分析研究囿于见闻。本文试图通过 16 年的试验资料, 应用数理统计分析方法, 研究晚熟品种国光苹果品质与气象条件的关系, 为充分利用气候资源, 提高果品质量提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 样品采集

连续 16 年采自河北省昌黎果树研究所试验场成龄国光苹果大树上, 定位选采 100~ 150 个果实供测定分析。

1.2 测定项目及方法

每年 10 月下旬进行分析测定。可溶性固形物含量用 WYT 形手持糖量计测定; 可滴定酸含量用氢氧化钠滴定法; 果实硬度(果实削皮后)用 HP- 30 型硬度计测定; 糖酸比值为可溶性固形物含量与可滴定酸含量的比值。

1.3 气象资料

气象资料来自于当地气象局, 试验园位于气象局西侧 1000 m 处, 海拔高度为 17 m。资料项目有历年每旬日均温、平均最高最低温、空气相对湿度、降水量、蒸发量、日照时数、旬平均温差共 8 项。

1.4 资料计算分析

收稿日期: 2000- 06- 10

作者简介: 杨振伟(1952-), 男, 副研究员, 主要从事果品生态和果树栽培技术研究工作。

分别将每旬的气象资料与之对应的果实品质资料输入微机, 计算相关系数、通径系数和建立回归模型。

2 结果与分析

2.1 气象因子对果实可溶性固形物含量的影响

由表中相关分析结果表明, 可溶性固形物的含量与其 6 月下旬~ 7 月上旬的平均温度以及同期的平均最低温度呈极显著的负相关关系, 而与 7 月下旬~ 9 月中旬的日照时数呈显著的正相关。这说明在 6 月下旬~ 7 月上旬的 20 d 时间里, 日均温和平均最低温越低, 可溶性固形物含量越高, 反之可溶性固形物含量越低。其原因是在 6 月下旬~ 7 月上旬的生长期, 正值新梢停止生长, 秋梢生长尚未开始, 属于碳素营养积累期, 此时温度较低, 有利于光合产物的积累, 糖分含量就较高。7 月下旬~ 9 月中旬的日照时数多, 糖分积累多, 这与苹果在此期糖分累积迅速增长相吻合。

表 1 不同气象因子与其果实品质的相关系数、通径系数和 F 值

测定项目	气象因子及时段	相关系数 (r)	通径系数 (P)	F
可溶性固形物(%)	6 月下旬~ 7 月上旬(日平均温度)	- 0.678**	- 0.329 5	13.318**
	6 月下旬~ 7 月上旬(平均最低温度)	- 0.754**	- 0.316 6	
	7 月上旬~ 9 月中旬(日照时数)	0.707**	0.448 3	
可滴定酸(%)	7 月上旬~ 8 月下旬(降水量)	- 0.631**	- 0.668 0	5.721*
	8 月上旬~ 10 月中旬(日照时数)	0.736**	0.111 6	
	8 月中旬~ 9 月中旬(日较差)	0.588*	0.013 9	
果实硬度(kg/cm)	6 月下旬~ 7 月上旬(日平均温度)	- 0.784**	- 0.546 5	15.729**
	6 月下旬~ 7 月上旬(平均最低温度)	- 0.671**	- 0.298 6	
	8 月下旬~ 9 月中旬(日照时数)	0.505*	0.351 8	
糖酸比值(S/A)	7 月中旬~ 7 月下旬(日平均温度)	0.649**	0.497 7	16.101**
	7 月上旬~ 8 月下旬(降水量)	0.757**	0.501 6	
	5 月中旬~ 6 月中旬(日照时数)	- 0.567**	- 0.171 0	

注: N= 16 * p= 0.05 ** p= 0.01。

通径分析表明, 6 月下旬~ 7 月上旬的日均温和平均最低温均为负效应影响, 即温度越高, 含糖量越低。而 7 月下旬~ 9 月中旬的日照时数却为正效应影响。通径分析和相关分析完全一致。

多元回归分析与其相关分析以及通径分析结果完全吻合, 其回归方程为:

$$Y= 25.418 1+ 0.010 04X_3- 0.183 2X_1- 0.195 5X_2$$

$$\text{复相关系数 } r= 0.876 9^{**} \quad F= 13.318^{**} \gg 5.595(p= 0.01)$$

2.2 气象因子对可滴定酸含量的影响

表 1 中分析结果看出, 果实的含酸量与其气象因子有密切的关系。7 月上旬~ 8 月下旬 2 个月的降水量与其果实含酸量呈极显著的负相关($r= - 0.631^{**}$), 通径分析与其相关分析是一致的, 且此时的降水量影响甚大($p= - 0.660 8$), 8 月上旬~ 10 月中旬的日照时数与其果实含酸量呈极显著的正相关($r= 0.736^{**}$), 但通径分析表明, 此期日照时数的影响远比 7 月

上旬~8月下旬的降水小的多($p=0.1116$),这主要与其他因子对此因子的掩蔽效应有关。

8月中旬~9月中旬的日较差与其果实含酸量呈显著的正相关($r=0.588^*$),即温差大含酸量高,这也就是在日较差大的地区果实风味浓的主要原因。通径分析与其相关分析的结果基本一致($p=0.0193$),这主要与其因子的交互影响使单因子影响变小有关。如7~8月的降水量与其日照时数和日较差呈极显著的负相关($r=-0.7794^{**}$; $r=-0.7513^{**}$),这样日照时数和日较差的直接影响就被7~8月的降水的影响所抵消了。因此8月上旬~10月中旬的日照时数和8月中旬~9月中旬的日较差直接效应变小了。

多元回归分析,果实酸的含量在一定范围内与其7至8月降水、8月上旬至10月中旬的日照时数以及8月中旬~9月中旬的日较差有密切关系,其回归方程为:

$$Y = 0.5855 + 0.0002X_2 + 0.0006X_3 - 0.0007X_1$$

$$\text{复相关系数 } r = 0.7671^* \quad F = 5.721^* > 3.49 (p = 0.05)$$

2.3 气象因子对果实硬度的影响

由表分析结果证实,果实硬度与其6月下旬~7月上旬的日均温和平均最低温呈极显著的负相关($r=-0.784^{**}$; $r=-0.671^{**}$),与其8月下旬~9月中旬的日照时数为显著的正相关($r=0.505^*$)。影响硬度的日均温和平均最低温两个因子恰好与影响可溶性固形物的因子相一致。由此看出,此期高温不但对果实可溶性固形物为负效应影响,而且对果实硬度亦为负效应影响,说明果实硬度随碳水化合物含量的增多而增加。

通径分析证明,6月下旬~7月上旬的日均温和平均最低温的负效应大于8月下旬~9月中旬的日照时数的正效应影响,这与相关分析的结果完全一致,说明在6月下旬~7月上旬这段时间里温度越低,果实生长越慢,细胞间的结合力越强,组织结构致密,果实硬度也就越大。反之,温度越高,果实生长越快,细胞组织疏松,果肉软,硬度降低。

多元回归分析、相关分析、通径分析的结果完全相同,其回归方程为:

$$Y = 24.4233 + 0.0101X_3 - 0.2622X_1 - 0.1591X_2$$

$$\text{复相关系数 } r = 0.8929^{**} \quad F = 15.7293^{**} \gg 5.595 (p = 0.01)$$

2.4 气象因子对糖酸比值的影响

气象因子与其糖酸比值的关系更为密切。在不同的时段和不同的年份气象因子对糖酸比值的影响各不相同。表中分析结果表明,7月中旬~7月下旬的平均温度与其糖酸比值呈极显著的正相关($r=0.649^{**}$),7月上旬~8月下旬降水量由于其糖酸比呈极显著的正相关($r=0.741^{**}$)。前者呈相关的原因是在该时段内果实处于速长期,为果糖速增期,因而平均温度越高,糖酸比值越高,这与糖的积累多有关。后者降水越多,酸的含量减少比糖的含量减少的多,说明此期降水对酸的影响比对糖的影响大。5月中旬~6月中旬40余天的日照时数与其果实糖酸比呈负相关,原因则是该段的日照时数与其果实含酸量呈显著的正相关($r=0.509^*$),但此段的日照时数与糖含量增长无关。所以糖酸比值降低,故该时段日照时数越多,糖酸比值就越低。

通径分析表明,对糖酸比值来讲,以7~8月降水直接影响最大,通径系数为0.5016,其次是7月中旬~7月下旬的日均温($p=0.4977$),影响最小的是5月中旬~6月中的日照时数($p=-0.1707$),两种分析结果完全一致。

多元回归分析,7月中旬~7月下旬的日均温,7月上旬~8月下旬的降水和5月中旬~

6月中旬的日照时数与其果实糖酸比有以下关系:

$$Y = 1.3019X_1 + 0.0242X_2 - 0.0181X_3 - 39.4706$$

$$\text{复相关系数 } r = 0.8950^{**} \quad F = 16.1005^{**} \gg 5.595 \quad (p = 0.01)$$

3 讨论

本文就不同时段的气象因子对国光苹果果实含糖量、含酸量、果实硬度、糖酸比值的影响进行了系统的分析。分析结果一致表明,气象因子对其果实内在质量有其显著或极显著的影响。因为苹果树的生长发育均与气象因子有其密切关系,气象因子复杂的变化,无一不在影响果实的生长,不管是间接还是直接都在潜移默化的影响着光合作用和呼吸作用,同化和异化的结果又主要表现在树体的强弱、产量高低、果品质量好坏^[5~8]。

在生长季节里,从统计分析的气象因素中看出,这些气象因子全在6~9月的时期内,说明生长季节的光、温、水对苹果果实生长的影响是较大的。资料分析表明,影响可溶性固形物的含量主要为6月下旬~7月上旬的日均温和平均最低温,这些影响呈负效应影响,说明温度高不利于光合产物的积累,相反呼吸作用加强,就减少了光合产物的含量。在时期上与余尤森等^[3]在红星苹果上的研究稍有异处,这大概与研究地点和品种不同有关。如在7月下旬~9月中旬光照时数越多,越有利于糖分的积累,从表中的相关系数和通径系数均表明了这种情况。

果实中的有机酸主要是苹果酸,而苹果酸多在生长前中期形成,尤其是在6月末7月初~8月上旬是有机酸的迅速增加期^[9]。而此时降水与温度呈弱度正相关($r = 0.3027$),说明降雨多不但未降低平均温度,而略使温度增高,一方面因温度升高有机酸作为呼吸底物消耗多,而酸的含量相对降低;另一方面是降水多果实含水多,而酸的含量也相对降低。所以,中前期温度高和降水多均产生负效应影响。这与刘烂盛等^[2]的研究结果相一致。

果肉硬度的高低主要受细胞间结合力的影响,细胞间的结合力又取决于果胶的含量。据作者研究表明,国光苹果果实生长的速度与气温呈极显著的正相关。因此,在6月下旬~7月上旬这段期间的日均温和平均最低温越低,果实生长越慢,组织致密,细胞间隙小,所以硬度加大。反之,硬度变小。这一研究结果与刘灿盛等^[2]的研究结果相一致。在中后期的8月下旬~9月中旬,日照增多,日较差加大,碳水化合物积累增多,同样可以提高果实硬度,且相关显著。

果实的糖酸比值与其气象因子有密切关系。在一定的温度范围内,7月中下旬的日均温越高对有机酸的积累越是不利,同时与糖分和有机酸两种有机养分积累速度和临界温度不同有关。如5月中旬~6月中旬的日照时数与其糖酸比的负相关关系主要是由该段时间内与酸的积累为显著的负相关,故使酸积累加快所致。7~8月的降水多,温度高,光照少,使酸的分解增多,积累减少,因此与糖酸比为正相关。通径分析表明,7~8月的降水直接影响最大,其次是7月中下旬的日均温度,影响最小的是5月中旬~6月中旬的日照时数,相关分析和通径分析全部吻合。

鸣谢:付友,刘素云,杨每宁,刘勇,张子勤,赵同生参加了部分研究工作,在此一并致谢!

参考文献:

- [1] 陆秋农. 我国苹果的分布区划与生态因子[J]. 中国农业科学, 1980, (1): 338– 340.
- [2] 刘灿盛, 蒲永义. 元帅系苹果品质与气象条件关系的研究[J]. 园艺学报, 1987, 14(8): 73– 80.
- [3] 余尤森, 葛秉钧, 蒲永义. 苹果含糖量与温度关系的研究[J]. 中国农业气象, 1990, 11(3): 34– 37.
- [4] 李 丽, 梁君武, 孙瑞珊, 等. 国光苹果树冠光照分布与果实产量、质量关系的研究[J]. 园艺学报, 1981, 8(2): 1– 9.
- [5] 杨振伟, 高山林, 刘素云. 冀东地区盛果期国光苹果产量与农业气象条件的相关分析[J]. 河北果树, 1990, (1): 36– 40.
- [6] 杨振伟, 周延文, 付 友, 等. 富士苹果不同冠形微气候特征与果实品质关系的研究[J]. 应用生态学报, 1998, 9(5): 533– 537.
- [7] Tustin S. Light distribution and fruit quality through multi-layered trellis apple canopies[J]. Acta Hort, 1989, 243: 290– 212.
- [8] Warrington I J. Light transmission yield distribution, and fruit quality in six tree fruit canopies forms of “Granny smith” apple[J]. Journal of Tree Fruit Production, 1996, 1(1): 27– 54.
- [9] 曾 骧. 果树园艺原论[M]. 北京: 农业出版社, 1982. 338– 340.

Study on the Effects of Meteorological Factors on ‘Ralls’ Apple Quality

YANG Zhen-wei

(Changli Fruit Institute, Hebei Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Changli 066600, China)

Abstract: The relationship between meteorological factors and Ralls apple (*Malus pumila*, Mill) quality was statistically analysed with data of 16 successive years. The result showed that fruit soluble solids, titratable acid, firmness, and Brix/ acid ratio were closely related to various meteorological factors in different growing stages, and the correlation coefficient was 0.8769^{**} , 0.7671^{**} , 0.8929^{**} and 0.8950^{**} , respectively. The result was confirmed with the path analysis and multi-regression analysis. This study showed that the main direct factors affecting soluble solids, titratable acid, firmness, and Brix/ acid ratio were the sunshine time between late July and middle Sep., the precipitation between July and Aug., the average temperature between late June and early July, and the average temperature in middle to late July, respectively.

Key words: Meteorological factor; Ralls apple; Quality