

吐鲁番葡萄果粒增重及糖酸含量变化规律

张山清

普宗朝

(新疆吐鲁番地区气象局, 838000)

(新疆吐鲁番市农业气象试验站)

提 要

根据实测资料统计分析表明,吐鲁番盆地4种主栽品种葡萄果粒重、浆果含糖量、成熟系数(糖酸比)与开花后 $\geq 15^{\circ}\text{C}$ 积温呈极显著的logistic生长曲线,而含酸量与开花后 $\geq 15^{\circ}\text{C}$ 积温呈极显著的指数关系,并据此确定了上述各生长因子或品质因子变化的关键时期。为采取科学的栽培管理技术措施或开展不同用途的葡萄适宜采摘期预测预报工作提供了科学依据。

关键词: 葡萄 果粒重 糖酸含量 积温

引 言

吐鲁番盆地是著名的瓜果之乡,吐鲁番的葡萄更是得益于当地独特的气候、生态条件而以其优良的品质和独特的风味饮誉海内外。关于葡萄品质和果实生长规律与气象条件的关系,徐德源、王素娟等曾开展过试验研究工作,并取得了研究成果^[1,2]。但用其所建立的葡萄品质或果粒重与日照时数、空气相对湿度、气温等气候要素间的回归模型开展农业气象预报服务工作时,常因预报指标不确定、有些预报因子(如日照时数、空气相对湿度)并非常规天气、气候预报要素等原因,而致使其可操作性和实用性不强,给服务工作带来了不便。为此,本文在前人研究工作的基础上,根据吐鲁番市农业气象试验站1988~1989年的实测资料,以影响葡萄生长最为显著的气候因子—开花后各时段 $\geq 15^{\circ}\text{C}$ 的积温为自变量,建立了果粒增重或品质变化的动态预测预报模型,并据此讨论了果实生长和品质变化的关键期及指标,为确定科学的栽培管理技术措施或开展不同用途的葡萄适宜采摘期预报工作提供理论依据。

1 研究材料与方法

选取已有10年树龄的当地4种主栽葡萄品种:无核白、马奶子、红葡萄、喀什哈作为研究对象。每个品种选有代表性的植株3株作为定株葡萄,于落花后,果粒似小米粒大小时开始每隔5天取样测定一次,直至果粒重和糖、酸含量基本稳定为止。每次于每株的上、中、下三个部位各选三个果穗,每个果穗分别于上、中、下三个部位各选三个果粒,共243个果粒于天平上称重,求取平均果粒重;称重后的葡萄果粒充分混匀后,取部分果粒挤出果汁于手持测糖折光仪上测其糖分,糖分测定重复5次求平均;将所剩果粒随机称取100~200g研磨成浆,用标准液滴定法测其酒石酸含量。气象资料取自吐鲁番市农业气象试验站同期的地面气象观测资料。值得说明的是,尽管本文所用葡萄资料(品种的选择、果实生长量与品质的测定结果)和气象资料均取自十多年前的1988~1989年,但对现今而言仍不失其代表性。

2 研究结果与分析

统计分析各品种葡萄各时段果粒重、浆果糖、酸含量和成熟系数(含糖量/含酸量)^[3]随各气候要素变化的定量关系可以发现,它

们均与开花后 $\geq 15^{\circ}\text{C}$ 的积温关系最为密切,相关性均达到了0.001的极显著水平。其中果粒重、浆果含糖量和成熟系数与开花后 $\geq 15^{\circ}\text{C}$ 积温呈logistic生长曲线,其表达式为:

$$\hat{y} = \frac{w}{1 + e^{a+b\sum t}} \quad (1)$$

式中 $\hat{y}$ 为葡萄开花后各时期的果粒重(g)(或含糖量(%))、成熟系数)的模拟值; w 为所拟合要素的理论上限值; a 、 b 为参数; $\sum t$ 为开花后各时期 $\geq 15^{\circ}\text{C}$ 积温值($^{\circ}\text{C}$)。

对式(1)求取一阶导数可得果粒重量(或浆果含糖量、成熟系数)增加速率方程:

$$\hat{Y} = \frac{d\hat{y}}{dt} = -\frac{bwe^{a+b\sum t}}{(1 + e^{a+b\sum t})^2} \quad (2)$$

对式(1)求取二阶导数,并令 $d^2y/d(\sum t)^2 = 0$ 可得 $\sum t = t_m = -a/b$,这时果粒重(或含糖量、成熟系数)的增加速率达到最大 v_m ,对式(1)求取三阶导数并令 $d^3\hat{y}/d(\sum t)^3 = 0$,可得logistic曲线方程的两个突变点:

$$t_{1,2} = [\ln(2 \pm \sqrt{3}) - b]/b \quad (3)$$

这两个突变点将葡萄果粒增重(或含糖量、成熟系数)的变化过程客观地划分为渐增期、速增期和缓增期三个阶段^[4],其中速增期($t_1 \sim t_2$)是上述各生长要素或品质要素增加

的关键时期。

统计分析各阶段葡萄浆果含酸量与开花后 $\sum t$ 有如下指数关系:

$$\hat{y} = C(1 + e^{a+b\sum t}) \quad (4)$$

式中 $\hat{y}$ 为葡萄开花后各时期浆果含酸量模拟值(%); $\sum t$ 为开花后 $\geq 15^{\circ}\text{C}$ 积温($^{\circ}\text{C}$); a 、 b 、 C 为参数。

下面分别根据上述各模拟方程对葡萄的各生长要素或品质要素变化规律进行分析。

2.1 葡萄果粒增重变化规律

图1给出了根据式(1~3)模拟的各品种葡萄果粒增重变化过程的logistic生长曲线和增重速率曲线。从图1可以看出,大粒品种马奶子果粒增重速率自始至终都较其它品种的快,而小粒品种无核白增重速率最慢,红葡萄和喀什哈居中且两者一直都很接近。虽然各品种果粒增重速率不尽一致,但其变化规律却很相近,果粒增重速率达到峰值 v_m 所需积温 t_m 基本出现在开花后 $\geq 15^{\circ}\text{C}$ 积温 1500°C 左右时,果粒增重速增期也基本出现在开花后 $\geq 15^{\circ}\text{C}$ 积温 $500^{\circ}\text{C} \sim 2400^{\circ}\text{C}$ 期间。因此,在实际生产中,葡萄开花后 $\geq 15^{\circ}\text{C}$ 积温 $500^{\circ}\text{C} \sim 2400^{\circ}\text{C}$ 期间,尤其在 1500°C 前后加强田间管理,保证肥水需求可促进葡萄高产。

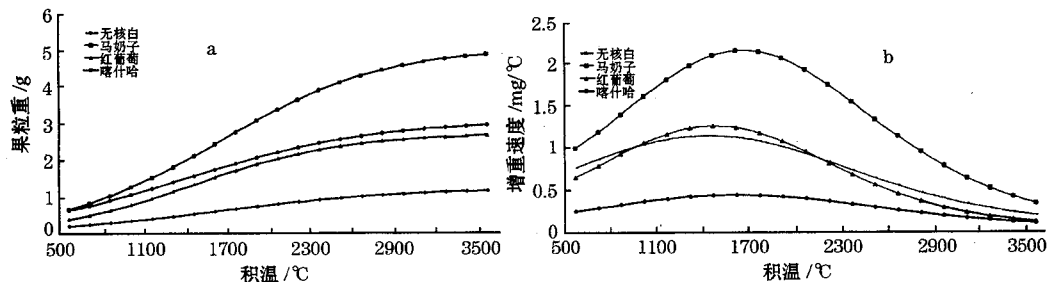


图1 葡萄果粒重变化曲线(a)及葡萄果粒增重速率曲线(b)

2.2 浆果含糖量变化规律

图2给出了根据式(1~3)模拟的各品种葡萄浆果含糖量递增过程的logistic曲线和含糖量变化速率曲线。从图2可以看出,前

期和中期无核白的含糖量递增速率一直较快,可是当含糖量积累到21%以后其递增速率又呈快速下降趋势,但由于该品种的 t_m 和含糖量速增期均较其它品种提前, v_m 也较其

它品种大(为 $0.008817\%/^{\circ}\text{C}$),所以无核白的积累含糖量一直较高,至成熟时含糖量接近 25% ;喀什哈各时段的含糖量递增速率一直处于较低水平, v_m 也最低(为 $0.0066186\%/^{\circ}\text{C}$),所以直至成熟其含糖量也不足 19% ;马奶子与红葡萄的含糖量递增速率变化趋势基本接近,只是前期马奶子稍快于红葡萄,中后期红葡萄又较马奶子略快,但均低于无核白而高于喀什哈。分析 t_1 , t_2 和 t_m 出现的时间可以看出,除无核白较早,对应的 $\geq 15^{\circ}\text{C}$ 积温最少(分别为 797.0°C 、 2663.9°C 和 1730.4°C)外,其它三个品种的这三个关键点均基本接近,平均分别为 1218.2°C 、 3132.4°C 和 2175.3°C 。因此,在实际生产中无核白葡萄于开花后 $\geq 15^{\circ}\text{C}$ 积温为 $797.0^{\circ}\text{C} \sim 2663.9^{\circ}\text{C}$ 期间,尤其在 1730.4°C 前后,其它三个品种在 $1218.2^{\circ}\text{C} \sim 3132.4^{\circ}\text{C}$ 期间,重点在 2175.3°C 前后适当增施磷肥、钾肥和锌、锰、铜等微量元素,并改善葡萄枝蔓的通风透光条件,极有利于增加含糖量,提高葡萄品质。

2.3 成熟系数变化规律

由于成熟系数是反映葡萄浆果糖、酸含量及其平衡状态的一个综合指标,因此,它在实际工作中的应用较单一的含糖量或含酸量都更为广泛^[3]。图3是根据式(1~3)模拟的各品种葡萄成熟系数动态变化的 logistic 曲线和成熟系数变化速率曲线。

从图3可以看出,开花后 $\geq 15^{\circ}\text{C}$ 积温达到 1700°C 以前,各品种葡萄的成熟系数均较低且很接近,但此后随着葡萄的生长发育,各品种间成熟系数的差异逐渐拉大。从描述成熟系数变化特点的几个特征值来看,无核白葡萄成熟系数进入速增期的时间 t_1 和递增速率达到峰值 v_m 的时间 t_m 均是最早的。而其余三个品种的这两个特征值均较接近。从速增期持续的时间($t_1 \sim t_2$)来看,四个品种很相近,都是 1300°C 左右,但各品种间递增速率的峰值 v_m 差异较大,其中马奶子的 v_m 值最大,达到 $0.0358/^{\circ}\text{C}$;无核白其次为 $0.02134/^{\circ}\text{C}$;红葡萄又次为 $0.0172/^{\circ}\text{C}$;喀什哈最小为 $0.0144/^{\circ}\text{C}$ 。

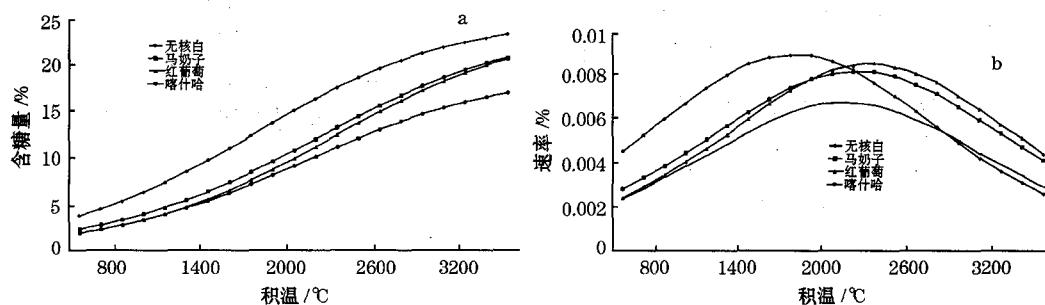


图2 葡萄浆果含糖量变化曲线(a)及含糖量变化速率曲线(b)

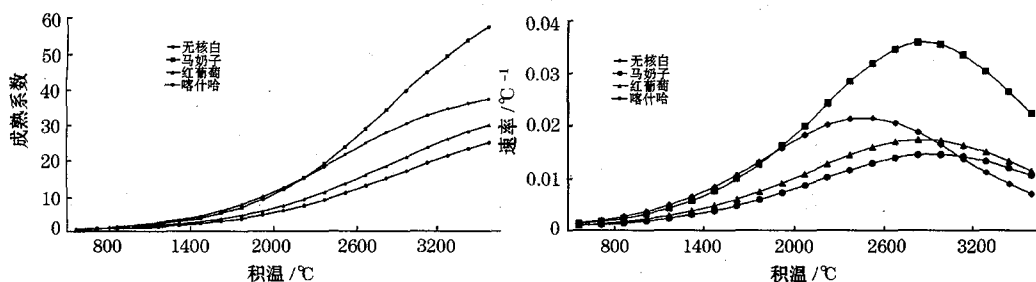


图3 成熟系数变化曲线(a)及成熟系数变化速率曲线(b)

了解成熟系数的这一变化特征,可根据不同用途的葡萄对成熟系数的不同要求,采取各种促控措施进行合理调控,使糖、酸含量及其比例关系达到最佳平衡状态。

2.4 浆果含酸量变化规律

图4给出了根据式(4)模拟的各品种葡萄浆果含酸量变化线。从图4可以看出,开花后 $\geq 15^{\circ}\text{C}$ 积温达到2000 $^{\circ}\text{C}$ 以前,各品种葡萄的含酸量均较高且下降速率较快,其中喀什哈、红葡萄、马奶子三品种的上述特征较无核白尤其明显。但当开花后 $\geq 15^{\circ}\text{C}$ 积温达到2000 $^{\circ}\text{C}$ 以后,随着含酸量的逐渐降低,各品种含酸量下降速率也普遍下降。因此,我们可以将开花后 $\geq 15^{\circ}\text{C}$ 积温达到2000 $^{\circ}\text{C}$ 作为浆果含酸量“速降期”和“缓降期”的分界线。

3 各曲线方程及其图形在实际工作中的意义和作用

①根据果粒增重变化规律,重点在速增期(尤其在增重高峰期前后)加强田间管理,保证水肥需求,可有效提高葡萄单产。

②根据浆果糖酸含量变化规律,并按不同用途的葡萄对糖酸含量的具体要求,结合各年份气候条件于葡萄果粒生长的不同时期采取各种相应的促控措施,以促进其主要成分达到所需要的最佳平衡状态。

③根据浆果糖酸含量和成熟系数变化规律,结合各年份气候条件,进行不同用途的葡萄适宜采摘期预测预报工作,预报指标见表1。

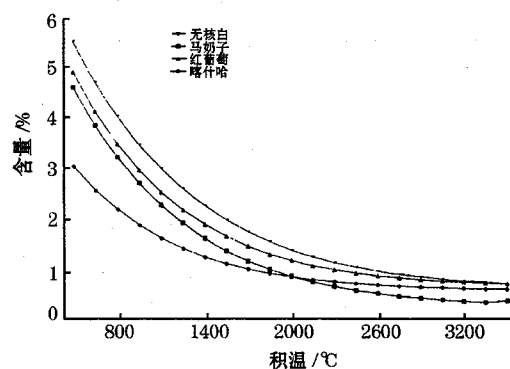


图4 浆果含酸量变化曲线

表1 不同用途葡萄适宜采摘期指标

用途	要求条件*			采摘期指标(开花后 $\geq 15^{\circ}\text{C}$ 积温)			
	含糖/%	含酸/%	成熟系数	无核白	马奶子	红葡萄	喀什哈
干葡萄酒	16~20	0.56~0.88	22~25	2150~2600	2450~2600	2650~3150	≥ 3100
甜葡萄酒	21~24	0.5~0.6	35~45	3000~3200	2750~2950	3500	-
白兰地	16~17	0.8~0.9	19~21	2100	2100	2750	3000
香槟酒	17~18	0.9~1.1	15~20	2100	2150	2800	3000
烈性酒	≥ 22	0.5~0.6	> 35	≥ 3200	≥ 2800	≥ 3500	-
葡萄汁	18~21	< 0.7	25~30	2400~2600	2500~2700	3000	≥ 3200
鲜食	18~20	0.47~0.62	30~40	2500~2850	2750	3000	≥ 3200
葡萄干	≥ 21			≥ 2300	≥ 2750	≥ 2900	-

* 摘自文献[3]、[5]

4 小结

①吐鲁番盆地四种主栽葡萄品种的果粒重、浆果含糖量、成熟系数与开花后 $\geq 15^{\circ}\text{C}$ 积温呈极显著的 logistic 生长曲线,浆果含酸量与开花后 $\geq 15^{\circ}\text{C}$ 积温呈极显著的指数关系。

②果粒增重、含糖量变化、成熟系数增加过程都存在渐增期、速增期和缓增期三个阶段,其中速增期是各生长因素或品质因素变化的关键时期;浆果含酸量下降过程呈现出前快后慢的特征,即前期为“速降期”,后期为

“缓降期”,“速降期”与“缓降期”的分界线大约在开花后 $\geq 15^{\circ}\text{C}$ 积温达到2000 $^{\circ}\text{C}$ 前后。

③根据葡萄果粒增重规律和品质变化规律,可采取更有针对性的田间管理技术措施,以促进葡萄高产、提高葡萄品质。

④根据葡萄各品质因素的变化规律,结合各年份气候条件,可开展不同用途的葡萄适宜采摘期预测预报工作。

(下转第57页)

(上接第 55 页)

参考文献

- 1 徐德源,王素娟.葡萄品质与气象条件关系的研究.新疆气象,1990.13(6).
- 2 徐德源,王素娟.葡萄果实生长规律及其气象模式.新疆气象,1991.14(8).
- 3 贺普超.葡萄学.农业科学技术出版社,1999.
- 4 王信理.在作物干物质积累的动态模拟中如何合理运用 logistic 方程.农业气象,1986,7(1).
- 5 张茂杨,温秀云.葡萄栽培与病虫害防治.济南:山东科学技术出版社,1982.

Analysis of Change Regular of Increasing Weight and Content of Sugar Acid for Grape in Tulufan

Zhang Shanqing

(Tulufan Meteorological Bureau, Xinjiang 838000)

Pu Zongchao

(Tulufan Agrometeorological Experiment Station)

Abstract

According to the actual data showed that grape's weight, content of sugar mature coefficient (the rate of sugar and acid) have assumed extreme remarkable Logistic growing bend-line with $\geq 15^{\circ}\text{C}$ accumulated temperature of after blossom for four kinds of main-plant breeds in Tulufan Basin, but extreme remarkable exponential function for content of acid with $\geq 15^{\circ}\text{C}$ accumulated temperature of after blossom, so that the crucial period of different growing element or quality element were defined which provides scientific basis for scientific management measure or develop different uses of grape-picking period.

Key Words: grape fruit weight content of sugar and acid accumulated temperature