

延后栽培红地球葡萄生长特性及与小气候因子关系

谭 瑶, 张亚红, 平吉成

(宁夏大学 农学院 宁夏 银川 750021)

摘要: 在通风、遮荫避雨、揭膜、扣棚一系列管理措施下, 将红地球葡萄设施延后栽培与露地栽培进行比较, 通过气象因子与葡萄生长指标的平行观测, 探求葡萄延后栽培生长发育规律的特殊性。结果表明: 新梢、叶面积以及糖分的积累均呈现明显的“S”型变化, 利用逻辑斯蒂方程拟合较好, 且设施延后栽培的最大生长速率出现的时间比露地推迟; 果粒的生长变化曲线也呈现明显的双“S”型, 延后栽培果粒生长发育缓慢, 完全成熟时间在11月上、中旬。对葡萄生长指标与期间的气象因子作逐步回归分析, 方程经检验均为显著。新梢和叶面积的增长与空气相对湿度密切相关; 果粒的增长与积温以及20 cm处的土温密切相关。

关键词: 设施; 红地球葡萄; 延后栽培; 气象因子

中图分类号: S 633.1 文献标识码: A 文章编号: 1001-0009(2008)04-0110-05

宁夏贺兰山东麓光热条件丰富, 是我国生产优质鲜食葡萄的最佳区域之一。由于鲜食葡萄露地栽培市场供应期主要集中在7月下旬至9月底, 10月后主要依靠贮藏, 成本较高, 品质欠佳。近年来, 利用大棚进行葡萄延后栽培, 使葡萄在12月至元旦上市, 能产生较高的经济效益。

葡萄的生长发育及与气象因子的关系, 有较多报道, 多为露地^[1-4]。由于设施内环境条件和管理措施不同于露地, 植株在生长发育过程中的表现也不同。为探究红地球葡萄延后栽培的生长发育规律, 在其生长期定期测定植株的新梢、叶面积、叶的长宽、浆果的粒重、纵横径以及可溶性固形物等指标, 探讨设施葡萄延后栽培过程中不同时期生长指标与气象因子的关系, 为延后栽培及管理提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 试验地概况及栽培管理

试验地设在宁夏永宁县(北纬 $38^{\circ}40'$)德江农林有限公司所属大棚内, 设施为钢筋结构, 长120 m, 跨度16 m, 脊高4.2 m, 南北延长; 大棚内2004年定植红地球葡萄, 2005年开始结果, 南北行向, 单篱架。

棚内的管理措施基本分为5个阶段: 2月中旬~5月上旬: 白天覆盖草苫, 夜晚揭开, 东西侧棚膜揭开降

温; 5月上旬~6月中旬: 拉开草苫, 棚膜揭至钢架上部1/3处, 遮荫避雨栽培; 6月中旬~9月中旬: 完全撤除草苫以及棚膜; 9月中旬~12月中旬: 在当地早霜冻来临之前, 9月中旬扣棚, 保温的草苫按照正常的管理进行(白天揭开, 夜间覆盖); 12月中旬~翌年2月中旬: 在12月葡萄采收完毕, 秋剪结束后, 放下草苫保温, 棚内不需进行葡萄埋土越冬。

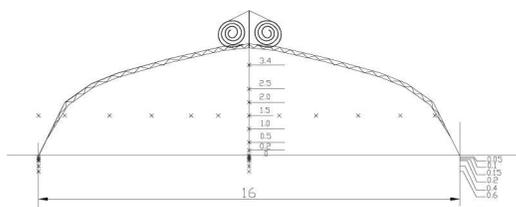


图1 温度测点布置图/m

1.2 指标的测定

1.2.1 生长指标的测定 从葡萄开始萌芽起, 定期测定新梢长度、叶纵横径、叶面积、浆果粒重、浆果纵横径以及含糖量。其中, 定期利用数码相机对所测的固定叶片拍照, AutoCAD对叶面积和叶纵横径进行计算^[5]; 利用游标卡尺对浆果纵横径进行测量; 含糖量用斐林试剂法测定。以露地生长的植株为对照CK, 测定相同的指标。

1.2.2 环境指标的测定 采用美国Campbellsci公司产CR10X-2M数据采集器及气象因子测试探头进行全天候棚内外气象参数测定, 仪器每隔10 min进行1次数据采集。测定时间从2005年12月~2007年9月。测试项目有: 棚内外土壤及空气温度(测点布置见图1), 分别在棚内中部距地面0.0、0.2、0.5、1.0、1.5、2.0、2.5、3.4 m设

第一作者简介: 谭瑶(1982-), 女, 宁夏大学农学院在读硕士。

E-mail: tyzz100@163.com.

通讯作者: 张亚红. E-mail: zhyhcau@sina.com.

基金项目: 国家科技支撑计划资助项目(2007BAD57B05); 宁夏高等学校科学技术研究资助项目(2005~2007)。

收稿日期: 2008-01-10

置空气温度探头; 棚内外地下 0.05、0.1、0.15、0.2、0.4、0.6 m 处设置土壤温度探头; 棚内外 1.5 m 高处除温度探头外, 同时设有湿度、辐射探头进行相关数据采集。

1.3 数据处理

运用 Excel2003 进行数据初步处理, DPS 7.05 进行数据的统计分析。

1.4 方程选用

根据所测的数据进行初步模拟分析, 对非线性变化选用多项式方程和逻辑斯蒂(Logistic)进行模拟。对于生长呈现慢—快—慢变化趋势的, 采用逻辑斯蒂方程模拟, 方程表达式为: $y = k / (1 + EXP(a + bx))$; 一阶导数为生长速率 $v = kbEXP(a + bx) / (1 + EXP(a + bx))^2$; 二阶导数令二阶导数为 0 得到最大生长速率 V_{max} 以及对应的时间 t 和 y 值: $t = a/b, y = k/2, V_{max} = kb/4$ 。

2 结果与分析

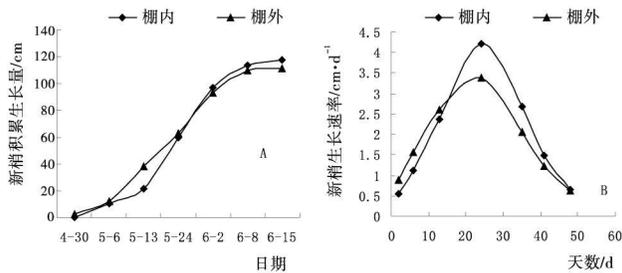


图2 新梢生长动态曲线(A 为新梢生长量变化; B 为新梢生长速率变化)

由图 2A 看出, 通风前期(5 月上旬前)棚内与棚外相比, 其新梢生长量较小, 增长缓慢, 卷起棚膜到遮荫避雨栽培阶段, 其植株新梢发育迅速, 与露地相比无太大差异。对(1)、(2)求二阶导数, 并令二阶导数为 0 可得到最大生长速率 V_{max} 、最大生长量 Y 及其出现的时间 t (图 2B)。棚内与棚外植株新梢生长速率呈现慢—快—慢的曲线变化。棚内与棚外新梢最大生长率出现的时间分别为 25 d 和 22 d 棚内新梢生长速率大于棚外之时在萌芽后 15 d 左右, 即出现在 5 月中旬开始卷起棚膜后, 其后新梢生长速率较大, 表现在新梢长度迅速增长, 逐渐与棚外趋于一致。

表 1 单叶面积 Logistic 模型

处理	年份	数学方程式	R^2	V_{max}	Y_{max}	t_{max}
棚外 CK	2007	$Y = 332.0823 / (1 + e^{1.3282 - 0.046684t})$	0.9345	3.88	166.04	28
棚内	2007	$Y = 341.9926 / (1 + e^{3.5778 - 0.104474t})$	0.9939	8.93	171.00	34

注 Y : 单叶面积增长量; t : 生长天数; R^2 : 复相关系数; V_{max} : 最大增长速率; Y_{max} : 最大增长量; t_{max} : 最大增长量出现的时间。

2.1.2 叶片发育动态 在葡萄萌芽后, 定株定叶进行叶面积测定, 叶面积变化如图 3 所示。叶片的生长基本呈现出慢—快—慢的变化动态, 与新梢发育的状况相似, 棚外的叶面积增长较快, 但不及棚内的叶片发育迅速, 5

2.1 生长发育特点

2.1.1 新梢生长动态 通过对 2006 年延后栽培的红地球葡萄新梢发育进行测定、分析, 发现其生长呈现出“S”规律, 见图 2A。故选用了逻辑斯蒂方程(Logistic)对其生长动态进行拟合:

$$\text{棚内: } Y = 123.7059 / (1 + EXP(3.3732 - 0.136576t)), R^2 = 0.9981, P = 0.0001, F = 1025.9617 \quad (1);$$

$$\text{棚外 CK: } Y = 117.6748 / (1 + EXP(2.5861 - 0.116672t)), R^2 = 0.9880, P = 0.0001, F = 164.7115 \quad (2).$$

其中, Y 表示新梢生长量, t 为天数, 开始生长记为 0, 方程拟合程度较高, 对上述(1)、(2)式求其一阶导数, 得到新梢生长率(CGR), 见图 2B。

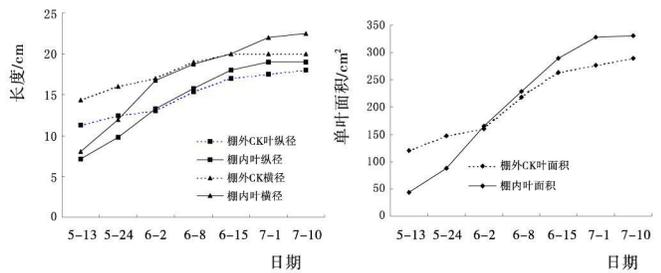


图3 叶片纵径与叶面积增长动态

月中旬以前, 棚外叶面积增长大于棚内, 揭膜后, 棚内叶片增长速率大于棚外。棚内外叶片单叶面积基本在 7 月中旬均不再增长, 利用 logistic 方程对棚内外的叶片发育动态进行模拟, 见表 1; 由表 1 可以得出, 通过对设施栽培和露地生长的葡萄单叶面积增长量进行数学模拟, 拟合程度较高, 经过显著性检验均为显著 ($P < 0.05$)。求 Logistic 方程的二阶导数, 得到设施葡萄的最大生长速率出现的时间比露地延后了 6 d 左右。与新梢生长规律相似, 在遮荫避雨时, 其叶面积增长迅速; 棚内的葡萄单叶面积最大增长量比露地大 5 cm^2 , 使在揭膜后, 叶面积的增长速率也出现快速增长。

2.1.3 果实发育动态 对于鲜食葡萄来说, 果实品质体现在粒重、纵横径以及含糖量等几个方面。设施延后栽培与露地栽培模式的不同, 导致了果粒的生长发育过程变化的差异。通过对葡萄延后栽培以及棚外 CK 所测的果粒粒重、纵横径与发育天数进行散点图分析(图 4, 图 5), 可以看出棚内外的粒重、纵横径增长均呈现明显的双“S”曲线, 这与管仲新^[4]、杨文衡^[9]的研究结果相同, 与刘明春等^[3]的结果有差异。由图 4、5 可以看出, 棚外果粒发育期所用时间较设施内短。由图 4 可见, 棚外 CK

的果实发育期间,粒重的第1次快速增长出现在从未花期到后23d(6月8日~7月1日),所需天数为23d,粒重增长速率为0.119g/d,净增长量为2.74g;花后23~49d(7月1~27日)呈现缓慢增长,所需天数为26d,粒重增长速率为0.056g/d,净增长量为1.46g;花后49~79d(7月27日~8月26日)出现二次快速增长,历时48d,期间增长速率为0.143g/d,果粒重净增长量为6.85g;花后79~97d(8月26日~10月13日)粒重基本不再增长。设施延后栽培的果实增长变化明显缓慢,其粒重第1个生长期从未花期到后87d(6月11日~9月5日),所需天数87d,粒重增长速率较小,为0.089g/d,但此期间净增量为7.78g;第2期为缓慢生长期,从花后87~131d(9月5日~10月19日),历时44d,果粒增长速率额0.026g/d,净增量为1.12g;从131~155d(10月19日~11月4日)果粒重又有一个缓慢积累,所需天

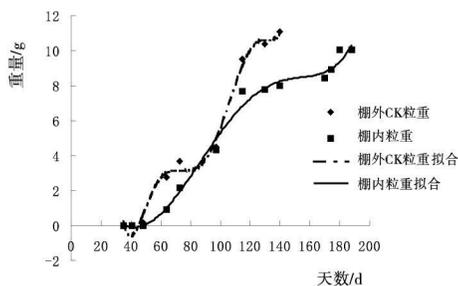


图4 粒重发育动态及拟合曲线

注:0天为4月30日。

数为24d,期间果粒的增长速率为0.047g/d,增长量为1.13g;155d后粒重基本变化不大。由图5可看出,果粒的横径在前期大于纵径,后期生长纵径大于横径。设施延后栽培果粒横纵径的变化与粒重基本一致,均比棚外CK果粒的生长期长。棚外CK果粒横纵径在花后34d快速增长,34~74d趋于缓慢,74~97d又有一小幅度增长。3个时期所需的时间分别为34d、40d和23d,延后栽培的果粒横纵径第一期出现在花后67d,第2期出现在67~86d,第3期出现在花后86~155d,3个时期分别持续的时间为67d、19d和69d。综合比较果粒的横纵径以及粒重可以看出,棚外CK果粒的横纵径增长的转折点比粒重的转折点提前。对设施和棚外CK的粒重以及横纵径进行拟合,其拟合程度均达到显著水平($P < 0.05$),见表2。

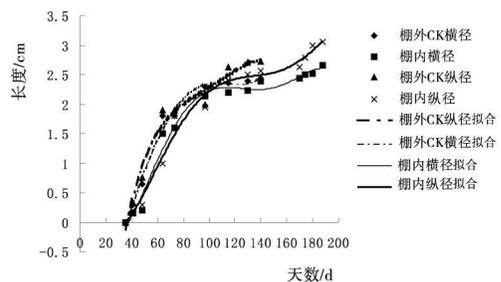


图5 果粒横纵径发育动态及拟合曲线

注:0天为4月30日。

表2 果粒生长发育数学动态模型

处理	指标	数学方程式	R ²
棚内	横径	$y = -5E - 10t^5 + 3E - 07t^4 - 6E - 05t^3 + 0.0056t^2 - 0.1822t + 1.638$	0.9837
	纵径	$y = -2E - 10t^5 + 1E - 07t^4 - 3E - 05t^3 + 0.0035t^2 - 0.1123t + 0.9056$	0.9851
	粒重	$y = 7E - 10t^5 - 2E - 07t^4 + 6E - 06t^3 + 0.004t^2 - 0.3181t + 6.3308$	0.9905
棚外	横径	$y = 5E - 08t^4 - 1E - 05t^3 + 0.0009t^2 + 0.0462t - 2.2798$	0.9892
CK	纵径	$y = -7E - 08t^4 + 3E - 05t^3 - 0.0047t^2 + 0.3352t - 7.3154$	0.9766
	粒重	$y = 9E - 10t^6 - 5E - 07t^5 + 0.001t^4 - 0.0122t^3 + 0.7191t^2 - 21.311t + 247.46$	0.9926

2.1.4 含糖量变化动态 红地球葡萄属于晚熟品种,其糖分在8月上旬的积累量并不是很大,到了8月中旬才迅速积累,后期又逐渐变缓,棚内外均呈现相同的变化趋势。利用逻辑斯蒂方程进行拟合,均达到显著水平($P < 0.05$),拟合程度较高(表3)。经计算可知,设施内延后生长的葡萄含糖量增长高峰出现在萌芽后185d,表现在后期10月底到11月的积累,比棚外延后1个多月,但增长的最大速率比棚外小。表明延后栽培的葡萄其糖分的积累前期不是很快,到了后熟期才逐渐积累。红地球的含糖量在源产地为17%以上^[7],在我国多数研究表明其含糖量在16%~18%之间^[4],也有少数地区能够达到24.7%^[8]。红地球的可溶性固形物达到16 Brix 便

基本达到了上市需求,令上式Y等于16时,可以得到其时间,棚内为202d(自萌芽之日起),棚外为163d(自萌芽之日起),即设施内栽培的葡萄可溶性固形物达到16%的时间出现在11月16日,棚外达到其指标的时间在10月9日。由于早霜冻的影响,棚外可能会在9月下旬便进行了采摘。

表3 含糖量 Logistic 模拟

处理	年份	数学方程式	R ²	V _{max}	Y _{max}	t _{max}
棚内	2006	$Y = 23.4183 / (1 + e^{-0.3916 - 0.015719t})$	0.9924	0.09	11.71	153
棚外 CK	2006	$Y = 20.6711 / (1 + e^{-0.8716 - 0.025424t})$	0.9555	0.131	0.33	113

2.2 生育期间气象条件分析

2.2.1 气象因子筛选 通过自动气象站对棚内外多个气象因子的采集,进行进一步统计分析,筛选出积温、日均温、相对湿度、地下20cm处土温等17个气象因子(见表4)。葡萄新梢、叶面积、果粒的生长发育期间的指标净增量(前后2次测定量之差)与各个期间的气象因子进行逐步回归,找出显著气象因子。

2.2.2 枝条发育与气象因子的关系 在新梢发育期间,对棚内和棚外的植株新梢生长量与此期间上述的17个气象因子作回归分析,得到枝条净增量与气象因子的逐

步回归方程为: 棚外新梢增量逐步回归: $y = -0.3068 - 0.4744 X_8 + 60.1916 X_{14}$, $R = 0.9494$, $P < 0.05$; 棚内新梢增量逐步回归: $Y = -56.8494 + 0.3023 X_1 - 0.0139 X_2 - 3.1649 X_7 + 2.1298 X_{16}$, $R = 0.9996$, $P < 0.05$ 。其中, 棚外新梢生长量与 X_8 相对湿度日较差呈负相关, 与 X_{14} 20 cm 处土温日较差呈正相关。设施内葡萄新梢增长量与 X_1 积温、 X_2 辐射量、 X_7 最小相对湿度、 X_{16} 平均相对湿度显著相关, 其中与最小相对湿度和辐射量呈现负相关, 与积温、平均相对湿度呈现正相关。综合棚内外逐步回归结果可见, 在新梢生长期, 不管是露地还是大棚, 相对湿度是影响较大的因子, 相对湿度过小或相对湿度较差太大, 均影响枝条的发育。

表 4 所筛选的气象因子

编号	气象因子	编号	气象因子
X_1	$>10^\circ\text{C}$ 积温	X_{10}	最小水气压
X_2	辐射量	X_{11}	水气压日较差
X_3	日最高温	X_{12}	地下 20 cm 处最高温
X_4	日最低温	X_{13}	地下 20 cm 处最低温
X_5	气温日较差	X_{14}	地下 20 cm 处土温日较差
X_6	最大相对湿度	X_{15}	日均温
X_7	最小相对湿度	X_{16}	日平均相对湿度
X_8	相对湿度日较差	X_{17}	日平均水气压
X_9	最大水气压		

2.2.3 叶面积与气象因子的关系 叶面积发育期间, 叶面积增量与此期间气象因子作回归分析得到: 棚外叶面积增量逐步回归: $Y = 184.7189 - 0.4182 X_1 + 1.0078 X_6 - 2.6245 X_8$, $R = 0.9920$, $P < 0.05$; 棚内叶面积增量逐步回归: $Y = 247.3773 + 139.9572 X_{14} - 19.7550 X_{15}$, $R = 0.9310$, $P < 0.05$ 。 X_1 积温、 X_6 最大相对湿度、 X_8 相对湿度日较差与棚外叶面积增量密切相关, 积温与相对湿度日较差为负相关, 湿度较差过大, 对于叶片增长不利。 X_{14} 地下 20 cm 温度日较差与棚内叶面积增长呈正相关, X_{15} 日均气温与棚内叶面积的增长呈负相关, 对于此段时期, 较棚外的相对湿度影响较大外, 棚内湿度基本满足, 但是日均温度过高影响到叶片的发育。

2.2.4 果粒增长与气象因子的关系 对于果粒的发育, 利用粒重与此期间气象因子作逐步回归, 回归方程如下: 棚外粒重增量逐步回归: $Y = -17.4252 - 0.2220 X_8 + 1.7650 X_{12}$, $R = 0.9345$, $P < 0.05$; 棚内粒重增量逐步回归: $Y = -63.9490 + 21.1307 X_{11} + 2.0835 X_{12} + 0.0953 X_{16}$, $R = 0.9989$, $P < 0.05$ 。对于露地来说, 果粒的增长与 X_8 相对湿度日较差呈负相关, 与 X_{12} 地下 20 cm 处最大温度呈正相关; 棚内果粒的增量与 X_{11} 水气压日较差、 X_{12} 地下 20 cm 处最大温度以及 X_{16} 平均相对湿度均呈正相关。果粒增大期间, 对土温以及空气湿度的要求较高, 土壤墒情好, 空气湿度稳定对果粒增长均有利。

2.2.5 糖分积累与气象因子的关系 糖分积累是一个

复杂的过程, 多种因素相互作用, 对糖分与气象因子作简单相关分析, 发现, 棚内外的浆果糖分积累与光热条件的作用敏感, 棚内浆果增量与积温的相关系数为 0.81, 达到显著相关, 与土温的相关系数为 0.95, 达到极显著; 棚外与土温的相关系数达到 0.79, 为显著相关。说明在果粒增长期间, 丰富的光热条件能够对糖分的积累起到积极作用。通过逐步回归, 筛选出 X_1 积温、 X_{12} 20 cm 处的最高和 X_{13} 20 cm 处最低土温与棚内糖分积累的关系为以下方程: $Y = -18.3188 + 0.0052 X_1 + 2.7655 X_{12} - 1.8098 X_{13}$, $R = 0.9995$, $P < 0.05$ 。

3 讨论

以延后栽培为目的, 通过通风、遮荫避雨栽培、揭膜自然生长、扣棚保温一系列的措施来进行设施管理, 进而产生了不同于露地的生长发育变化。整个葡萄生长发育周期内, 看似在利用前期通风来使棚内的葡萄延缓萌芽和新梢、叶面积的增长并无多大意义, 即在揭膜后快速生长与露地生长无二, 但却为后期果粒生长提供了先决条件, 遮荫避雨措施期间为果粒开始发育的第 1 个快速生长期, 但由于气象因子的限制, 棚内的果粒生长较慢。遮荫避雨栽培措施到揭膜的时间的确定, 关系到后期果粒发育的成熟早晚。

对于葡萄的生长发育的数学模型拟合, 露地自然生长较多^[1-3], 对于延后栽培, 多数研究着重于管理技术措施^[9-12], 少有对其生长发育的规律与正常栽培进行对比的报道。延后栽培在宁夏地区还处在起步亟待推广的状况, 对其不同与露地生长发育的规律作出预测对于延后栽培措施在当地的实施有着一定的意义。

气象因子与葡萄发育关系在酿酒葡萄上研究较多, 李记明^[1] 得出水热系数与酿酒葡萄的成熟度密切相关。刘明春^[3] 在对河西干旱地区的酿酒葡萄生长与气象条件的分析中得出新梢生长量与期间日平均气温、日照时间和土壤湿度显著正相关; 果粒增长速度与平均气温、最高气温呈负相关, 空气相对湿度、降水量与果实增长量多呈正相关。

试验回归分析得出, 对于棚内和棚外, 新梢生长与相对湿度关系密切, 对于延后栽培来讲, 可通过降低设施内温度, 控制湿度来进行延后新梢生长。与新梢发育的相似, 叶面积的发育与相对湿度也密切相关, 湿度较差过大对于叶片增长不利, 日均温过高影响到棚内叶片的发育。

棚内外果粒的增长均与平均相对湿度和 20 cm 处土温有着密切相关, 其中棚外果粒增长还与相对日较差呈负相关; 设施内与水气压日较差呈正相关。与刘明春的结论类似, 露地果粒增长的积极因子体现在降水量和空气相对湿度上面, 对于棚内来说, 其空气湿度较大且相对稳定, 土壤墒情好对于果实增长有积极作用。

光热条件对于葡萄糖分的积累影响较大, 温度与光照对于糖分的积累均有促进作用, 然而降水量则相反^[1,3]。试验结果对设施内果粒糖分积累的回归分析也得出相似的结果, 空气温度和土壤温度均对糖分的积累有着促进的作用, 对于设施延后栽培来说, 后期管理能控制住土壤水分, 但是由于后期薄膜的覆盖对于光照的限制, 其糖分积累必然受到一定的影响。实际观测也得到, 设施延后栽培的果粒发育, 糖分积累缓慢, 继续挂果(活体贮藏)至12月上、中旬采收时, 有些棚的植株亦会出现糖分积累量不足的问题。对于后期的糖分积累, 棚膜的清洁或者更换, 以及套袋等措施可起到一定的促进作用。

4 结论

宁夏地区在6~8月光照强烈, 在完全撤掉棚膜与草苫的时间的确定较重要。遮荫的时间过长, 不利于棚内的果粒生长发育, 容易影响到后期生长。同时, 遮荫避雨期间棚膜在棚架上部的1/3处也使出现了边缘的植株发育较快, 果粒成熟较早的现象。

根据对宁夏设施红地球葡萄延后栽培与露地栽培的生长发育期间不同生理指标的比较, 延后栽培与露地栽培的萌芽时间相对一致; 始花期比露地延迟了3~7d; 露地完熟在10月上旬, 但是由于早霜冻影响, 在9月下旬便开始采摘; 棚内完熟出现在11月上中旬; 延后栽培的果粒成熟期比露地延后了1个多月。延后栽培的采收期在12月上中旬(活体贮藏1个月), 比露地延迟了近2个月左右。

根据对棚内外新梢、叶面积、果粒重、横纵径以及糖分的增长情况模拟, 新梢、叶面积、糖分的积累均呈现“S”型增长, 利用Logistic方程进行拟合, 达到显著水平。棚内新梢、叶面积以及果粒的增长速率均比棚外缓慢,

果期表现尤为明显, 棚内外挂果时期相差2~4d, 但是棚内果粒完熟需要150~160d, 比露地(90~110d)延后了50~60d左右。

葡萄的新梢与叶面积的生长与温度、空气湿度关系密切, 地下20cm处的温度与棚内叶片呈显著正相关; 果粒的增大期间, 土壤墒情好, 空气相对湿度稳定对果粒的增长有利; 棚内果粒糖分的积累与积温和土温呈显著正相关, 由于后期的覆膜, 光照有一定的限制, 对于此, 可以更换或者清洁棚膜等措施, 避免在后期糖分出现积累不足的情况。

参考文献

- [1] 李记明, 李华. 酿酒葡萄的成熟特性与气象因素[J]. 四川农业大学学报, 1996, 14(6): 555-560.
- [2] 刘玉兰, 郑有飞, 张晓煜. 气象条件对酿酒葡萄品质影响的研究进展[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2006(1): 28-29.
- [3] 刘明春, 张强, 邓振镛, 等. 河西干旱区酿酒葡萄生长的气象条件[J]. 生态学报, 2007, 27(4): 1656-1663.
- [4] 管仲新. 红地球葡萄浆果生长发育和品质形成规律研究[D]. 新疆新疆农业大学, 2005.
- [5] 程鸿, 吕军芬. CAD图形处理技术在植物叶面积测量中的应用[J]. 甘肃农业大学学报, 2003(4): 467-470.
- [6] 杨文衡. 果树生长与结实[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1986.
- [7] 贺普超. 葡萄学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999.
- [8] 刘建辉, 杨军. 美国葡萄全球红等在新疆的表现及展望[J]. 新疆农业科学, 1999(3): 128-129.
- [9] 王亚滨, 侯杰. 晚红葡萄延迟栽培技术研究初报[J]. 河北林业科技, 2004(5): 93-94.
- [10] 常永义. 冷凉地区红地球设施栽培技术的研究[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2005(6): 22-24.
- [11] 王志鹏, 孙培博. 葡萄的秋季延迟栽培技术[J]. 落叶果树, 2006(1): 34-35.
- [12] 吕智敏, 刘明, 刘美兰, 等. 巨峰葡萄二次果保护地延迟成熟栽培技术[J]. 中国果树, 2001(4): 43-49.

The Red Globe Grape Characteristics of Autumn-prolonging Cultivation in Plastic Greenhouse

TAN Yao, ZHANG Ya-hong, PING Ji-cheng

(School of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021, China)

Abstract: In order to understand the growing regulations of the Red Globe Grape characteristics of autumn-prolonging cultivation in plastic greenhouse, the meteorological factors and grape growing indexes had been observed at two growth seasons. The results showed that the growth curves of grape shoot, leaf area and the accumulation of sugar content were "S" type and fitted the Logistic equation very well. The occurred time of the maximum growth velocity was later than that of outside greenhouse; the fruit growing curve was also like double "S", the growth velocity of fruits was slower in greenhouse, and mature period of the fruit was prolonged to November. The positive correlation was found between the growth of shoot, leaf area and relative humidity; the soil temperature at 20 cm and air temperature were also positive to the sugar content accumulating.

Key words: Plastic greenhouse; Red Globe Grape; Autumn-prolonging cultivation; Meteorological factors