

doi:10.11937/bfyy.20174653

# 塑料大棚葡萄生长与气象条件分析

张艳艳<sup>1</sup>, 赵 玮<sup>1</sup>, 庄轶云<sup>2</sup>, 乐章燕<sup>1</sup>

(1. 河北省廊坊市气象局, 河北 廊坊 065000; 2. 天津市北辰区气象局, 天津 300400)

**摘 要:**以塑料大棚葡萄为研究对象,观测了2016年大棚内葡萄生长期以及大棚内外小气候数据,研究分析了塑料大棚内葡萄生长特性和气象要素特点。结果表明:棚内外气温温差约15℃,棚内气温于14:00左右达到最高值,较棚外最高气温出现时间早1~2 h;棚内20 cm地温普遍较棚外高5~7℃,棚内地温达到葡萄根系活动的时间较棚外早13 d;棚外葡萄从发芽至成熟用时110 d,棚内葡萄用时101 d,较棚外提前9 d成熟;萌芽至开花棚内较棚外用时明显减少,棚内较棚外提前了13 d,着色至成熟棚内较棚外用时长,棚内较棚外推迟了2 d;根据品质检测结果得知棚内外的葡萄品质差异较大,棚内葡萄的糖、酸、可溶性固形物含量均高于棚外,棚外的维生素C含量具有明显的优势,棚内葡萄较棚外着色要好。

**关键词:**塑料大棚;葡萄;生长特性;气象条件

**中图分类号:**S 663.125.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2018)20-0062-05

塑料大棚栽培是近年来葡萄栽培一个重要的发展方向,塑料大棚能够创造适宜葡萄生长的光、温、水、气、土等小气候生态环境条件,防御不适应葡萄生长的不良外界环境条件影响,使葡萄提早成熟,从而获得更好的经济效益。诸位专家学者对不同季节、不同类型塑料大棚内小气候变化规律、小气候条件评价等进行了研究<sup>[1-6]</sup>,针对塑料大棚内温湿度预测等开展了一系列研究<sup>[7-9]</sup>。有研究表明,不同天气背景下塑料大棚内小气候变化特征<sup>[10-12]</sup>。林瑞坤等<sup>[13]</sup>研究了春季塑料大棚内土壤温度日变化特征及其对棚内气温的响应,且有研究表明高温条件下,葡萄植株会受到损伤<sup>[14-19]</sup>。大多专家的研究重点在于室内气象要素的变化,针对该研究区域内的不同生育阶段的气象要素详细分析尚鲜见报道。该研究利用数理

统计方法,研究葡萄塑料大棚内外(以下简称棚内外)温度、相对湿度、地温以及光照等气象条件变化规律,对葡萄萌芽至成熟棚内外葡萄生育期和品质差异进行了分析,以期为塑料大棚葡萄科学生产提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试塑料大棚南北走向,长40 m,宽8 m,脊高2.8 m,边高1.8 m,钢构拱棚,塑料膜为聚乙烯膜;南北留门,东西两侧各有宽1 m的通风口。种植作物为“夏黑”葡萄,土质为黄沙土。塑料大棚内观测数据来自棚内安装的DZN1型农田小气候观测仪,棚室外数据来自于永清县国家一般气象站。

### 1.2 试验方法

试验于2016年3—7月在河北省廊坊市永清县新苑阳光农业园区葡萄塑料大棚进行,观测设备位于塑料大棚内中心距地面1 m处,观测时间为24 h,测定间隔时间设置为1 h,重要农事活动期间测定时间设置为10 min。主要监测空气温

**第一作者简介:**张艳艳(1985-),女,硕士,工程师,现主要从事农业气象科研和服务等工作。E-mail: yanyanzhang0322@126.com.

**基金项目:**河北省气象局面上资助项目(17ky18);河北省廊坊市气象局自立课题资助项目(201605)。

**收稿日期:**2018-04-12

度、相对湿度、地温和光照等气象要素。塑料大棚采用日常管理模式,试验初期采取日夜关闭风口模式,试验中期采取白天打开风口,夜间关闭风口模式。试验后期采取日夜打开风口模式。按照地面气象观测规范<sup>[20]</sup>,对采集的气温、地温、相对湿度以及光照数据进行统计,剔除异常值,观测项目均以北京时间 20:00 为日界。 $\geq 10^{\circ}\text{C}$  积温统计当年棚内外每日 $\geq 10^{\circ}\text{C}$  日平均气温之和。

### 1.3 数据分析

采用 SPSS 软件对试验数据进行分析并利用 Excel 软件制图。

## 2 结果与分析

### 2.1 热量条件

白天棚内气温呈单峰型变化(图 1),棚内温度高于棚外温度,14:00 左右达到最高值,棚内外温差  $15^{\circ}\text{C}$  左右,较棚外最高气温出现时间早 1~2 h。夜间降低,06:00 左右达到最低值。

棚内葡萄萌芽至成熟棚内日平均气温  $24.7^{\circ}\text{C}$ ,

不同生育阶段差异明显(表 1),主要是因为萌芽至花序出现采取了白天关闭风口模式,日平均气温  $21^{\circ}\text{C}$ ,较花期高  $0.5^{\circ}\text{C}$ 。随着外界气温的升高,棚内日平均气温升高,末花至成熟期日平均气温  $28.4^{\circ}\text{C}$ 。棚内最高气温出现短时过高的情况,大于  $38^{\circ}\text{C}$  出现了 44 次,最长时间为 2 h,观测中发现了临近棚膜的葡萄叶片和果实灼伤。合理利用棚室热量资源,适当提前萌芽时间,避免葡萄生长后期高温危害,同时还能够提前采收增加经济效益。

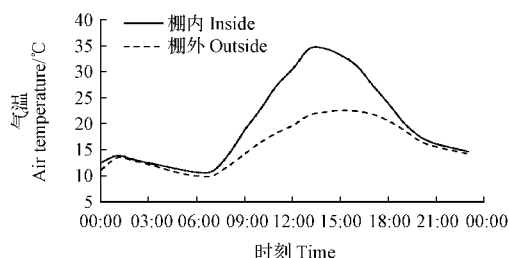


图 1 棚内外逐小时平均气温

Fig. 1 Hourly air temperature inside and outside the plastic greenhouse

表 1 棚内外葡萄萌芽至成熟热量条件

Table 1 The heat inside and outside the plastic greenhouse during the grape growing period

		生长期 Phenological period				
		萌芽	萌芽至开花	花期	末花至着色	着色至成熟
棚内	平均气温/ $^{\circ}\text{C}$	—	21.0	20.5	26.6	28.4
Inside	$>10^{\circ}\text{C}$ 积温/ $(^{\circ}\text{C} \cdot \text{d})$	473.5	559.5	282.3	1 087.1	550.8
棚外	平均气温/ $^{\circ}\text{C}$	—	17.2	19.0	23.5	26.5
Outside	$>10^{\circ}\text{C}$ 积温/ $(^{\circ}\text{C} \cdot \text{d})$	348.4	733.9	175.5	867.7	751.4

棚内葡萄萌芽至成熟 $>10^{\circ}\text{C}$  积温(表 1),平均积温棚室内葡萄全生育期积温  $2\,953.2^{\circ}\text{C} \cdot \text{d}$ ,各个生育期由于时间长短不同所用积温的差异较为明显,其中萌芽前 $>10^{\circ}\text{C}$  积温  $473.5^{\circ}\text{C} \cdot \text{d}$ ,萌芽至开花  $559.5^{\circ}\text{C} \cdot \text{d}$ ,花期  $282.3^{\circ}\text{C} \cdot \text{d}$ ,末花至着色  $1\,087.1^{\circ}\text{C} \cdot \text{d}$ ,着色至成熟  $550.8^{\circ}\text{C} \cdot \text{d}$ 。在整个生育期坐果至着色所用时间最长,积温数值最高。

### 2.2 空气水分条件

由图 2 可知,棚内相对湿度普遍高于棚外,棚内外的变化规律一致,但棚外与棚内相比存在滞后性。棚内夜间相对湿度逐渐升高,07:00 左右达到最高值,平均最低相对湿度  $89.1\%$ ;白天随

着光照的增强相对湿度逐渐降低,15:00 左右达到最低值,平均最低相对湿度  $47.4\%$ 。

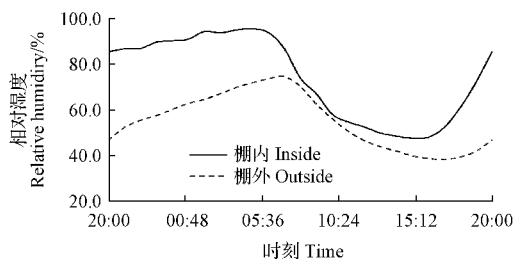


图 2 棚内外相对湿度

Fig. 2 The relative humidity inside and outside the plastic greenhouse

### 2.3 光照条件

从图3可以看出,随着太阳的升起棚内光合有效辐射日最大值出现在14:00左右,晴天最大光合有效辐射 $1\,000\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 左右,约 $550\ \text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 。晴天时棚内光照条件足够满足作物生长需要(由于棚外未开展光合有效辐射观测,因此未开展棚内外对比分析)。

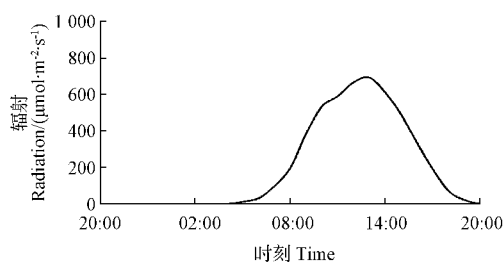


图3 棚内光合有效辐射

Fig. 3 Photosynthetically active radiation inside the plastic greenhouse

塑料大棚因无棉被覆盖,光照时长与棚室外观测的光照时间相同(表2),但由于生长期不同步,所以棚内外不同生长期的累积日照时数存在较大差异。棚内葡萄萌芽至成熟累计日照时数523.8 h,较棚外少166.9 h。棚内外葡萄花期以及末花至着色期累积日照时数差异较少,结合热量条件分析可知,开花以及末花至着色期持续时间的长短跟光照时数关系较为密切。

表2 棚内外葡萄萌芽至成熟累计光照时数

Table 2 The cumulative sunshine inside and outside the plastic greenhouse during the grape growing period h

	生长期 Phenological period				合计 Total
	萌芽至 开花	花期	末花至 着色	着色至 成熟	
棚内 Inside	118.4	60.6	202.7	142.1	523.8
棚外 Outside	314.9	59.0	216.9	99.9	690.7

表3 棚内外葡萄生育期对比

Table 3 Comparison of grape inside and outside the plastic greenhouse in phenological period

生长时期 Growth period/(月-日)						天数
	芽开放期	盛花期	末花期	着色始期	成熟期	Days/d
棚内 Inside	04-07	05-04	05-17	06-16	07-17	101
棚外 Outside	04-10	05-20	05-27	06-30	07-28	110

由表4可知,不同观测珠的坐果率差异较为明显,普遍都在65%以上,其中4号坐果率最高,

### 2.4 土壤热量条件

葡萄根系主要分布在20~60 cm的土层中,该试验以20 cm地温为例,分析地温的变化情况。由图4可知,棚内20 cm地温普遍较棚外高5~7℃。夏黑葡萄是欧美杂交品种,当日平均地温稳定在6℃时根系开始活动,吸收养分,进入伤流期,2016年3月5日棚内20 cm地温已达6℃,较棚外早13 d,说明棚内葡萄萌芽期至少可较露地提前13 d,通过密切关注天气变化,提前预测伤流期,即可提前安排浇水等农事活动。

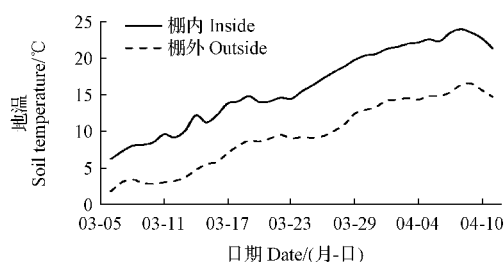


图4 棚内外20 cm地温日平均值

Fig. 4 Daily average value of 20 cm soil temperature inside and outside the plastic greenhouse

### 2.5 棚内葡萄生长特性

由表3可知,在棚内外葡萄的整个生长过程中,棚内葡萄较棚外提前9 d成熟。棚内葡萄萌芽至开花用时27 d,较棚外用时少13 d,花期用时14 d,较棚外用时多7 d,末花至着色开始历时75 d,较棚外用时少5 d,着色至成熟用时31 d;较棚外用时多2 d。棚室内外葡萄整个生育期差异最大的是萌芽至开花期,通过对热量条件分析可知,主要是因为棚内能维持较高的温度,热量累积较快;其次差异大的是开花期,通过对光照条件分析可初步判断其原因主要是:在棚内葡萄花期云量较多,光照条件较差,日照时数小于4 h的天数达到5 d,拉长了棚内葡萄的花期。

达到98.4%。坐果率较高的原因主要在于花分化受到高温影响,花朵较少造成的。3号观测植

表 4 葡萄坐果率  
Table 4 The grape fruit setting percentage

	植株 Plant					平均值
	1 号	2 号	3 号	4 号	5 号	Mean
坐果率 Fruit setting percentage/%	67.9	75.4	—	98.4	72.1	78.4

株后期发生了死亡,因此未观测其坐果率。

2.5.3 品质

由表 5 可知,棚外葡萄除了维生素 C 含量较棚内高以外,糖、酸、可溶性固形物含量等均低于

棚内,棚外葡萄的维生素 C 含量较棚内偏高  $0.51\text{ mg} \cdot (100\text{g})^{-1}$ 。棚外葡萄着色为紫黑色,较棚外的着色要好。

表 5 棚内外葡萄品质对比  
Table 5 Comparison of grape quality inside and outside the plastic greenhouse

	维生素 C 含量 Vitamin C content /( $\text{mg} \cdot (100\text{g})^{-1}$ )	糖含量 Sugar content /%	酸含量 Acid content /( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	可溶性固形物含量 Soluble solids content/%	着色 Coloring
棚内 Inside	2.64	13.6	7.35	17.1	紫黑色
棚外 Outside	3.15	12.8	6.10	14.5	紫色

3 讨论与结论

大棚生产虽能保护作物免受暴雨、大风以及冰雹等自然灾害,发生病虫害的几率降低,但也会带来新的问题,例如空气流动较小、过高的温度和过高湿度等。塑料大棚葡萄萌芽期,为保证较高的发芽率,防止风抽干花芽一般采取关闭风口的做法,导致晴天时棚室内易产生高温高湿,导致棚内出现了短时超过  $38\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,高温高湿和高光照是造成日灼的主要因素<sup>[20]</sup>,该研究仅在葡萄生长后期观测到了叶片和果实的日灼,并且其分布位置在棚室内侧顶部,因此葡萄对于高温的适应性尚有待研究。

当日平均地温稳定在  $6\text{ }^{\circ}\text{C}$  左右时葡萄根系开始活动,吸收养分,进入伤流期,塑料大棚内地温的升高较室外快,根系更早的开始活动,生长期提前;棚内气温高,积温也明显高于棚外,但也不是棚内葡萄所有生育期均较棚外用时短,其中着色至成熟这个阶段棚内较棚外用时要长。葡萄着色时间延长的原因有很多,例如叶面积指数、光照强度、根系活跃程度以及挂果量等,至于着色至成熟棚内较棚外用时要长的问题值得进一步研究和验证。

光强和光质的不同对葡萄的生长发育影响较为明显,光照强度的减少,影响花序的形成,着色

差,品质会下降;光照时间缩短,影响新梢的生长。不同的光质诱导了光敏色素调控蔗糖代谢酶,进而在蔗糖代谢中,影响相关酶活性,使光合代谢产物分配发生变化。晴天条件下,塑料大棚内的光照条件能够满足葡萄对光照强度的需求,但棚膜的使用改变了光质;除此之外果实品质受到气温的影响,叶温过高以及昼夜温差过大均会影响着色和干物质的积累;导致棚室内外葡萄品质有明显差异的主要原因还有待进一步研究。

塑料大棚具有保温功能,能使棚内种植的葡萄较早的达到其生长发育所需要的热量条件,棚内  $20\text{ cm}$  地温普遍较棚外高  $5\sim7\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,棚内地温达到葡萄根系活动的时间较棚外早  $13\text{ d}$ 。棚外葡萄从发芽至成熟用时  $110\text{ d}$ ,棚内葡萄用时  $101\text{ d}$ ,较棚外提前  $9\text{ d}$  成熟;萌芽至开花棚内较棚外用时明显减少,棚内较棚外提前了  $13\text{ d}$ ,着色至成熟棚内较棚外用时长,棚内较棚外推迟了  $2\text{ d}$ ,热量条件和光照条件的差异是造成相同生育期用时差异较大的主要原因。根据检测结果得知棚内外的葡萄品质差异较大,棚内葡萄的糖、酸、可溶性固形物含量均高于棚外,棚外的维生素 C 含量具有明显的优势。掌握不同生育期所用热量条件再结合中长期预报,合理调控棚内气温和地温可有效控制生长期,规避气象灾害,能有效提高塑料大棚葡萄生产的科学技术水平。

## 参考文献

- [1] 陈丹,范万新,梁萍,等. 桂南地区不同结构春季塑料大棚小气候光温特征分析[J]. 农业现代化研究,2007,28(3):377-380.
- [2] 陈丹,范万新,梁萍,等. 夏季不同结构塑料大棚的小气候特征[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2008,36(11):183-190.
- [3] 陈丹,范万新,卢明,等. 桂南地区夏季单栋塑料大棚小气候特征分析[J]. 安徽农业科学,2008,36(10):3995-3998.
- [4] 陈丹,范万新,梁运波,等. 桂南地区冬季单栋塑料大棚小气候特征分析[J]. 长江蔬菜(学术版),2009(1b):36-39.
- [5] 陈丹,范万新,谭敏玲,等. 南宁市大棚越冬种植彩色甜椒小气候评价及调控建议[J]. 气象研究与应用,2013,34(1):48-51.
- [6] 吉中礼,崔鸿文. 塑料大棚小气候变化规律分析[J]. 西北农业学报,1997,6(1):61-64.
- [7] 符国槐,张波,杨再强,等. 塑料大棚小气候特征及预报模型的研究[J]. 中国农学通报,2011,27(13):242-248.
- [8] 李倩,申双和,陶苏林,等. 基于谐波法的塑料大棚内气温日变化模拟[J]. 中国农业气象,2014,35(1):33-41.
- [9] 李倩,申双和,曹雯,等. 南方塑料大棚冬春季温湿度的神经网络模拟[J]. 中国农业气象,2012,33(2):190-196.
- [10] 于盛楠,闫立奇,肖峰,等. 北方春季塑料大棚小气候月变化分析[J]. 安徽农业科学,2010,38(7):3559-3560,3574.
- [11] 于盛楠,闫立奇,肖峰,等. 不同天气背景下春季大棚小气候变化分析[J]. 农业现代化研究,2007,28(3):377-380.
- [12] 陈建军,王正义,陈海洋. 宁夏日光温室与塑料大棚环境对比分析[J]. 北方园艺,2014(10):36-39.
- [13] 林瑞坤,杨开甲,陈彦,等. 福州春季塑料大棚内土壤温度日变化特征及其对棚内气温的响应[J]. 中国农学通报,2015,31(2):193-196.
- [14] 刘可群,黎明锋,杨文刚. 大棚小气候特征及其与大气气候的关系[J]. 气象,2008,34(7):101-107.
- [15] 张俊环,黄卫东. 葡萄幼苗在温度逆境交叉适应过程中活性氧及抗氧化酶的变化[J]. 园艺学报,2007,34(5):1073-1080.
- [16] 张俊环,黄卫东. 葡萄幼苗在温度胁迫交叉适应过程中对水杨酸的应答[J]. 植物生理学通讯,2007,43(4):643-648.
- [17] 康喜亮,王果平,胡伟,等. 高温逆境下葡萄叶肉细胞叶绿体与线粒体位置相关性分析[J]. 西北农业学报,2006,15(2):120-123.
- [18] 查倩,奚晓军,蒋爱丽,等. 高温条件下'巨玫瑰'葡萄品种叶片表型、可溶性糖和叶绿素荧光特性的研究[J]. 中国农学通报,2015,31(25):118-123.
- [19] 崩传化,刘三军,吴国良,等. 葡萄日灼病阈值温度及主要影响因素因子分析[J]. 园艺学报,2009,36(8):1093-1098.
- [20] 中国气象局. 地面气象观测规范第1部分:总则:QX/T45-2007[S]. 北京:气象出版社,2007.

## Analysis of Grape Growth and Meteorological Conditions Inside and Outside the Plastic Greenhouse

ZHANG Yanyan<sup>1</sup>, ZHAO Wei<sup>1</sup>, ZHUANG Yiyun<sup>2</sup>, LE Zhangyan<sup>1</sup>

(1. Langfang Meteorological Office of Hebei, Langfang, Hebei 065000; 2. Beichen Meteorological Office of Tianjin, Tianjin 300400)

**Abstract:** The grape of plastic greenhouse in Langfang city was taken as the research object. The grape growth parameters and the meteorological data inside and outside the plastic greenhouse were observed in 2016. The characteristics of grape growth and meteorological factors were analyze. The results showed that the relative temperature was around 15 °C between inside and outside, the inside temperature was peak around 14:00, was the highest temperature appeared earlier 1—2 hours of outside. Inside the plastic greenhouse 20 cm soil temperature generally was higher than the outside 5—7 °C, the temperature of inside reached the grape root activity time was earlier than the outside for 13 days. The grapes that were outside the plastic greenhouse from germination to maturity used 110 days, and grapes of inside used 101 days. A difference of 9 days between inside and outside the plastic greenhouse. Compared with the outside, the inside germination period to maturity was shorter 13 days, coloring to maturity was longer 2 days. According to the test results, between inside and outside grape quality difference was greater. The contents of sugar, acid, soluble solids were more higher inside the plastic greenhouse, but the vitamin C content was higher than that was outside the plastic greenhouse. The grape inside the plastic greenhouse was colored better.

**Keywords:** plastic greenhouse; grape; growth characteristics; meteorological elements