



肖军,刘洪波,白世践,等.微喷灌水技术对葡萄果实生长的影响[J].黑龙江农业科学,2020(11):49-54.

# 微喷灌水技术对葡萄果实生长的影响

肖 军<sup>1</sup>,刘洪波<sup>1</sup>,白世践<sup>2</sup>,白云岗<sup>1</sup>,郑 明<sup>1</sup>

(1.新疆水利水电科学研究院,新疆 乌鲁木齐 830049;2.新疆维吾尔自治区葡萄瓜果研究所,新疆 鄯善 838200)

**摘要:**为提高葡萄品质与产量,设置3个微喷迷雾时长调控处理(WP1:每天喷水1 h,WP2:每隔1 d喷水2 h,WP3:每隔2 d喷水3 h),对照为常规滴灌不喷水,通过对极端干旱区葡萄在不同迷雾调控方式下微气候因子与葡萄果实生长形态及糖度的监测,分析葡萄园微气候因子变化规律及其与葡萄果实生长形态和糖度的关系。结果表明:采用迷雾调控可有效降低葡萄园温度和增加湿度,各处理与CK处理相比,白天平均温度低2.1~2.9℃,夜晚平均温度低0.9~2.1℃,平均温度差低0.8~1.1℃,平均温度低1.5~2.5℃,白天平均湿度高5.7%~7.6%,夜晚平均湿度高4.7%~6.0%,平均湿度高5.0%~6.8%。同时可促进葡萄果实生长和糖度累积,WP1、WP2和WP3与CK处理相比,果粒纵径高出1.76、1.63和1.51 mm,果粒横径高出1.80、1.71和1.43 mm,果粒均重高出0.26、0.24和0.16 g,糖度高出5.5%、0.7%和4.1%。其相互关系表明,可以用白天平均温度、平均温度和夜晚平均湿度对该地区葡萄生长和糖度变化进行分析和预测。

**关键词:**葡萄;微气候;果实生长;糖度

葡萄是世界上加工比例最高、产业生产链最长、产品种类最多的果树,吐哈盆地因其独特的地理位置和气候条件成为中国著名葡萄生产基地,在葡萄果实生长关键物候期6-8月,吐哈地区因时常发生35~40℃的高温天气,甚至45℃以上的极端高温天气,对葡萄产量与品质形成造成了极大的影响<sup>[1]</sup>,诸多研究表明气象因素影响葡萄植株生长、果实品质形成及最终产量<sup>[2-5]</sup>,适宜的气候条件不仅可以促进植株生长,还可提高果实品质与产量<sup>[6-8]</sup>,如利用不同的栽培模式<sup>[9]</sup>、叶幕结构<sup>[10]</sup>等方式改善葡萄园内微气候。在该地区葡萄的相关研究主要集中在高效节水技术和农艺与园艺措施,而对于葡萄果实品质与微气候因子的相互关系研究较少,本试验采用微喷迷雾调控技术,通过在葡萄果实生长关键物候期果实膨大期进行迷雾调控,利用迷雾对葡萄园微气候主要因子温、湿度的影响,研究迷雾调控下微气候主要因子的变化规律及其与品质的相互关系,确定合理迷雾调控方式,为科学制定高效节水技术提供数据支撑,对进一步提高葡萄品质与产量,保障我

国重要葡萄生产基地的可持续发展具有重要的现实意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验地点位于新疆维吾尔自治区葡萄瓜果研究所中心试验基地,地理坐标为:42.91°N,90.30°E;海拔419 m。年降雨量25.3 mm,年蒸发量2 751 mm,≥10℃以上积温为4 522.6~5 548.9℃,全年日照时数2 900~3 100 h,平均日较差为14.3~15.9℃,最大可达17~26.6℃,无霜期为192~224 d。土壤质地主要为砾石沙壤土。

### 1.2 材料

葡萄品种为无核白,1981年定植,树龄38 a。

### 1.3 方法

1.3.1 试验设计 试验于2019年进行,葡萄采用大沟定植,东西走向,沟长54 m,沟宽1.0~1.2 m,沟深0.5 m左右;株距约1.2~1.5 m,行距3.5 m;栽培方式为小棚架栽培,棚架前端高1.5 m,后端高0.8 m。共设3个微喷迷雾时长调控处理,各微喷灌水技术处理均是在常规滴灌的基础上通过与微喷叠加,组成微喷迷雾调控灌水技术处理。3个处理分别为每天喷水1 h(WP1)、每隔1 d喷水2 h(WP2)和每隔2 d喷水3 h(WP3),对照处理(CK)采用常规滴灌,不喷水,共计4个处理,每个处理重复2次,每个试验小区面积约0.03 hm<sup>2</sup>。微喷迷雾灌溉装置采用

收稿日期:2020-07-29

基金项目:国家自然科学基金 NSFC-新疆联合基金项目(U1803112);新疆维吾尔自治区自然科学基金项目(2020 D01A80)。

第一作者:肖军(1983-),男,学士,工程师,从事水分高效利用研究。E-mail:67399463@qq.com。

通信作者:刘洪波(1982-),男,在读博士,高级工程师,从事水分高效利用研究。E-mail:lhbo90@163.com。

喷射直径 200 cm、流量  $40 \text{ L} \cdot \text{h}^{-1}$ ，喷头间距 2 m，架下和地上的喷头高度为离地面 50 cm，架上喷头的高度离棚架中心位置 50 cm。微喷在葡萄果实膨大期(6月4日-7月28日)15:00-17:00 开启，各处理灌溉定额均为  $9\,150 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

1.3.2 测定项目及方法 温度、湿度监测:采用 EasyLog-usb-2 型温湿度传感器进行自动采集，传感器放置在百叶箱内，避免受喷水影响，百叶箱用木支架固定在棚架下，按离地面高度 50, 55, 60, 65 和 70 cm 处放置，各处理放置 3 组，具体在各处理的前部、中部和后部的 3 个位置上。传感器设置为每 30 min 记数 1 次。

葡萄果实形态测定:每个处理选取 3 个大小均一，长势良好的葡萄蔓，分别在每个葡萄蔓顶部、中部、下部选取 3 个枝条，在每个枝条上按上、中、下 3 个部位选取 3 串葡萄，然后在选取的葡萄串上按上、中、下选取 3 颗葡萄，并做好标记。用游标卡尺对标记的葡萄果粒进行纵径、横径测量。

糖度测定:每个处理随机选 3 个蔓，在每个蔓的上、中、下部各选 1 串长势均匀的果穗，在每串果穗的上、中、下部各摘两粒果粒，利用 VR-113ATC 型手持式折射计进行测定。

1.3.3 数据分析 试验数据采用 WPS 进行数据分析，制图采用 Origin 2018 进行处理。

## 2 结果与分析

### 2.1 葡萄果实生长形态指标变化

由图 1 可知，各处理中葡萄形态指标虽有差异，但整体规律一致，均经历了 2 个明显阶段，即快速生长期和缓慢生长期，其中，葡萄坐果期持续时间较短，为坐果后 0~7 d，之后进入果实膨大快速生长期，为 8~61 d，随后 62~85 d 为果实成熟期，即为缓慢生长期。在快速生长期，WP1、WP2、WP3 和 CK 处理葡萄果粒纵径平均日增长分别为  $0.26, 0.26, 0.26$  和  $0.25 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$ ，横径平均日增长分别为  $0.22, 0.21, 0.21$  和  $0.21 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$ ，果粒均重日增长分别为  $0.03, 0.03, 0.03$  和  $0.03 \text{ g} \cdot \text{d}^{-1}$ 。在缓慢生长期葡萄果粒纵径平均日增长分别为  $0.05, 0.06, 0.05$  和  $0.01 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$ ，横径平均日增长分别为  $0.04, 0.04, 0.05$  和  $0.01 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$ ，果粒均重日增长分别为  $0.02, 0.02, 0.03$  和  $0.02 \text{ g} \cdot \text{d}^{-1}$ 。从葡萄果实生长形态指标值上可以看出，弥雾微喷处理的果实生长优于对照处理，截止到果实成熟期，WP1、WP2 和 WP3 与

CK 处理相比，果粒纵径高出 1.76, 1.63 和 1.51 mm，果粒横径高出 1.80, 1.71 和 1.43 mm，果粒均重高出 0.26, 0.24 和 0.16 g。

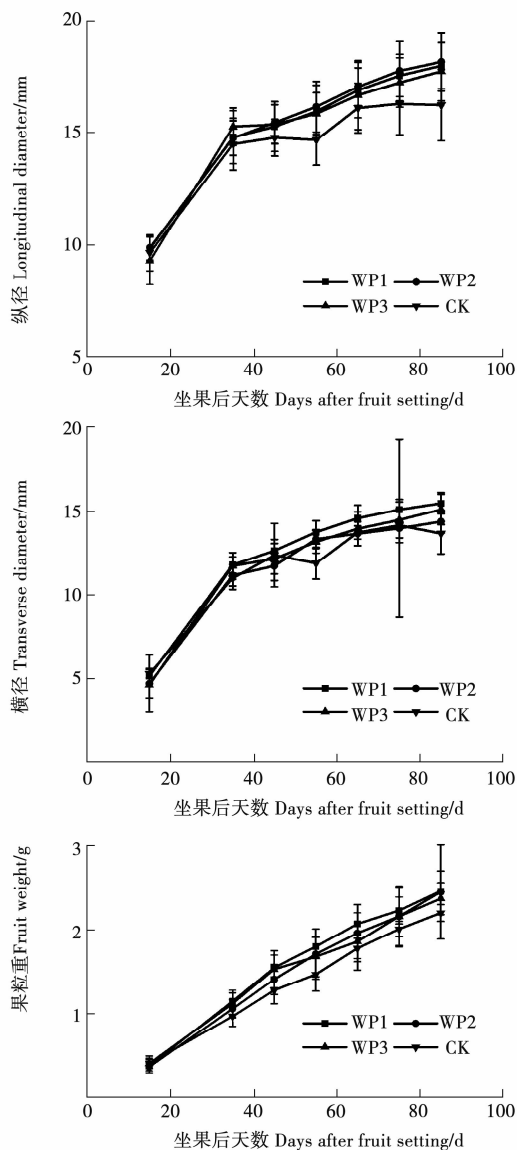


图 1 不同处理葡萄果实生长形态指标变化

Fig. 1 Changes of grape fruit growth morphological indexes in different treatments

### 2.2 葡萄果实糖度变化

由图 2 可以看出，在葡萄果实发育过程中，各处理果实糖度均呈增加趋势，且 CK 处理糖度始终最低，截止果实成熟期，WP1、WP2、WP3 和 CK 处理葡萄果实糖度分别为 21.63%、20.64%、21.34% 和 20.5%。与 CK 处理相比，WP1、WP2、WP3 和 CK 处理葡萄果实糖度分别高出 5.5%、0.7% 和 4.1%。

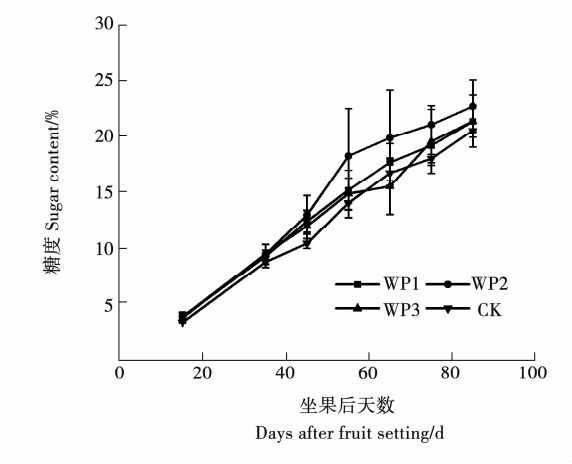


图2 不同处理葡萄果实生长发育期糖度变化  
Fig. 2 Changes of sugar content of grape fruits in different treatments

2.3 葡萄果实生长期微气候因子变化

2.3.1 温度变化 由图3可知,在葡萄整个果实生长期,温度呈现出波动变化,但总体呈缓慢上升趋势,且各处理变化规律一致。总体上看,整个监测期 WP1、WP2、WP3 和 CK 处理平均温度为 26.0、27.0、26.6 和 28.5℃,其中白天平均温度分别为 29.7、31.4、30.1 和 32.5℃,晚上平均温度分别为 22.4、23.5、23.1 和 24.5℃,由于该地区特殊的气候条件,白天平均温度与晚上平均温度相差较大,WP1、WP2、WP3 和 CK 处理平均温度差分别为 7.3、6.9、7.0 和 8.1℃。同时可看出,弥雾微喷处理在白天平均温度和夜晚平均温度上均低于对照处理,其中白天平均温度低 2.1~2.9℃,夜晚平均温度低 0.9~2.1℃,平均温度差低 0.8~1.1℃,平均温度低 1.5~2.5℃。

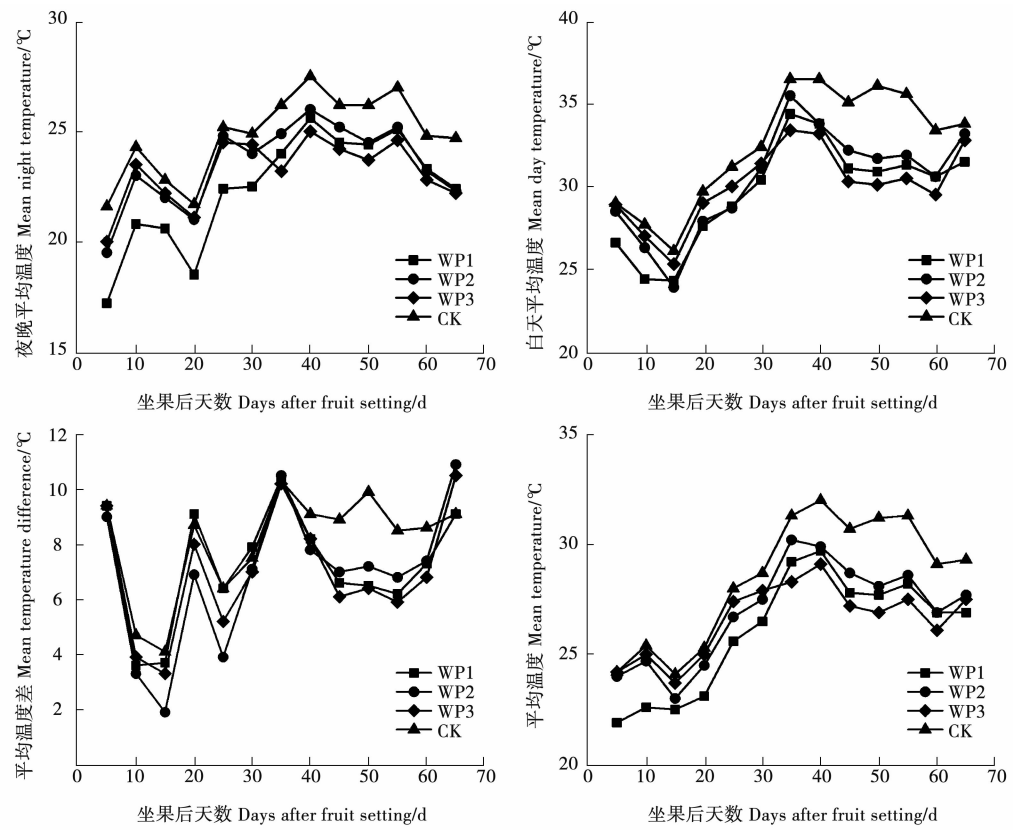


图3 葡萄果实生长期温度变化  
Fig. 3 Temperature change during grape fruit growth period

2.3.2 湿度变化 由图4可知,在葡萄整个果实生长期,湿度呈现出波动变化,且各处理变化规律一致。总体上看,整个监测期 WP1、WP2、WP3 和 CK 处理平均湿度为 44.9%、45.8%、46.7% 和 39.8%,其中白天平均湿度分别为 41.7%、42.7%、43.6% 和 36.0%,晚上平均湿度分别为 48.4%、49.0%、49.7% 和 43.7%,平均湿度差分别为 7.0%、6.4%、6.1% 和 7.7%。同时可看出,弥雾微喷处理在白天平均湿度和夜晚平均湿度上均高于对照处理,其中白天平均湿度高 5.7%~

7.6%，夜晚平均湿度高 4.7%~6.0%，平均湿度高 5.0%~6.8%。在平均湿度差上，比 CK 低 0.7%~1.6%。

2.4 微气候因子与葡萄果实形态及糖度的关系

由葡萄果实形态指标及糖度与微气候因子的相关分析结果(表 1)可知,葡萄果实形态指标纵径、横径和果粒均重及果实糖度与微气候因子中晚上平均温度、白天平均气温、平均温度差、平均温度、晚上平均湿度、白天平均湿度、平均湿度差、平均湿度均呈正相关。其中,对纵径影响最大的因子是白天平均温度、平均温度差和夜晚平均湿

度,如 WP1 处理纵径与白天平均温度、平均温度和夜晚平均湿度相关系数分别为 0.900、0.921 和 0.932,达到显著水平,CK 处理纵径与白天平均温度和平均温度差相关系数分别为 0.885 和 0.911,达到显著水平。对横径、果粒均重及糖度影响最大的因子是晚上平均湿度。综合葡萄果实纵径、横径、果粒均重及糖度与各气候因子的相关性可知,对葡萄果实形态与糖度指标影响最大的气候因子是白天平均温度、平均温度和夜晚平均湿度,其中 WP1 和 WP3 处理中果实形态指标与晚上平均湿度均达显著或极显著水平。

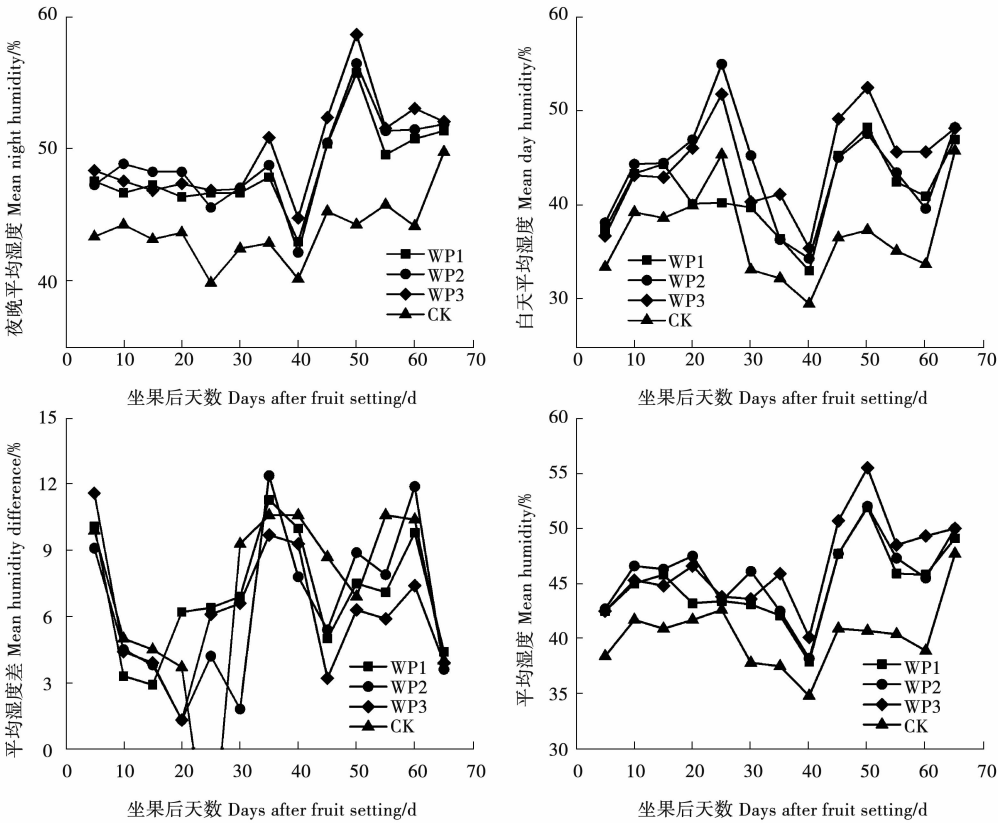


图 4 葡萄果实生长期湿度变化

Fig. 4 Humidity change of grape fruit during growth period

表 1 葡萄果实形态指标及糖度与微气候因子的相关分析

Table 1 Correlation analysis of grape fruit morphological index,sugar content and microclimate factors									
处理 Treatments	果实形态 Fruit morphological	影响因子 Influence factors							
		X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
WP1	纵径	0.691	0.900 *	0.712	0.921 *	0.932 *	0.512	0.349	0.724
	横径	0.733	0.852	0.63	0.898 *	0.944 *	0.552	0.299	0.754
	果粒均重	0.479	0.641	0.515	0.651	0.923 *	0.719	0.003	0.847
	糖度	0.45	0.643	0.533	0.643	0.915 *	0.712	0.005	0.838

续表 1

处理 Treatments	果实形态 Fruit morphological	影响因子 Influence factors							
		X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
WP2	纵径	0.452	0.852	0.833	0.806	0.849	0.145	0.193	0.358
	横径	0.508	0.857	0.815	0.828	0.835	0.093	0.249	0.312
	果粒均重	0.26	0.693	0.729	0.622	0.951*	0.374	−0.038	0.571
	糖度	0.225	0.599	0.634	0.538	0.976**	0.429	−0.093	0.621
WP3	纵径	0.498	0.903*	0.742	0.943*	0.968**	0.476	0.212	0.74
	横径	0.512	0.877	0.709	0.924*	0.966**	0.505	0.173	0.758
	果粒均重	0.472	0.726	0.566	0.777	0.938*	0.697	−0.096	0.873
	糖度	0.473	0.713	0.553	0.767	0.902*	0.639	−0.053	0.819
CK	纵径	0.782	0.885*	0.911*	0.864	0.647	0.147	0.323	0.333
	横径	0.769	0.857	0.872	0.842	0.686	0.191	0.288	0.378
	果粒均重	0.655	0.701	0.691	0.701	0.807	0.361	0.124	0.539
	糖度	0.595	0.657	0.66	0.649	0.862	0.423	0.073	0.599

注: \* 和 \*\* 表示相关性显著水平( $P<0.05$  或  $P<0.01$ ); X1 为夜晚平均温度, X2 为白天平均气温, X3 为平均温度差, X4 为平均温度, X5 为夜晚平均湿度, X6 为白天平均湿度, X7 为平均湿度差, X8 为平均湿度。  
Note: \* and \*\* indicate significant correlation levels( $P<0.05$  or  $P<0.01$ ); X1 is the average temperature at night, X2 is the average temperature during the day, X3 is the average temperature difference, X4 is the average temperature, X5 is the average humidity at night, X6 is the average humidity during the day, X7 is the average humidity difference, X8 is the average humidity.

3 结论与讨论

本文通过对影响葡萄果实生长发育和糖度含量的 8 个微气候因子的综合影响进行分析得出, 采用弥雾调控可有效降低葡萄园温度和增加湿度, 与 CK 处理相比, 白天平均温度低 2.1~2.9℃, 平均温度低 1.5~2.5℃, 夜晚平均湿度高 4.7%~6.0%。同时可促进葡萄果实生长和糖度累积, WP1、WP2 和 WP3 与 CK 处理相比, 果粒纵径高出 1.76, 1.63 和 1.51 mm, 果粒横径高出 1.80, 1.71 和 1.43 mm, 果粒均重高出 0.26, 0.24 和 0.16 g。该地区葡萄果实横径、纵径、果粒重及糖度主要受白天平均温度、平均温度和夜晚平均湿度的综合影响, 微气候主要影响因子与葡萄果实生长形态及糖度的相关关系表明, 可以通过白天平均温度、平均温度和夜晚平均湿度对该地区葡萄生长和糖度变化进行调控和预测。

参考文献:

[1] 吴久赞. 吐鲁番不同品种葡萄的耐热性评价[D]. 石河子: 石河子大学, 2019.  
[2] 吴久赞, 刘翔宇, 雷静, 等. 吐鲁番地区 11 个葡萄品种的设施栽培特性分析[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学

版), 2018, 46(3): 134-141.

[3] Zha Q, Xi X J, Jiang A L, et al. Changes in the protective mechanism of photosystem II and molecular regulation in response to high temperature stress in grapevines[J]. Plant Physiol Biochem, 2016, 101: 43-53.  
[4] Howell G S. Sustainable grape productivity and the growth yield relationship: A review[J]. American Journal of Enology and Viticulture, 2001, 52: 165-174.  
[5] 孙利鑫, 谢艳玲, 张亚红. 设施内环境温度变化对葡萄促早与延后栽培叶片抗氧化特性的影响[J]. 北方园艺, 2014(1): 38-43.  
[6] Fairbanks D H K, Hughes C J, Turpie J K. Potential impact of viticulture expansion on habitat types in the Cape Floristic Region, South Africa[J]. Biodiversity & Conservation, 2004, 13(6): 1075-1100.  
[7] Green G P, Walker E A B S. Distinguishing sources of base cations in irrigated and natural soils: Evidence from strontium isotopes[J]. Biogeochemistry, 2004, 68(2): 199-225.  
[8] 赵东旭, 刘明春, 曾婷. 气候变化情景下河西酿酒葡萄生态气候种植区划研究[J]. 山东农业科学, 2015, 47(7): 38-45, 52.  
[9] 高德凯. 土壤水分和栽培环境对葡萄品质和土壤呼吸的影响[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2016.  
[10] 孙晔, 张军翔. 叶幕微气候对酿酒葡萄品质影响研究进展[J]. 广东农业科学, 2014(10): 30-33.

# Effect of Micro Spray Irrigation on Grape Fruit Growth

XIAO Jun<sup>1</sup>, LIU Hong-bo<sup>1</sup>, BAI Shi-jian<sup>2</sup>, BAI Yun-gang<sup>1</sup>, ZHENG Ming<sup>1</sup>

(1. Xinjiang Research Institute of Water Resources and Hydropower, Urumqi 830049, China; 2. Research Institute of Grape and Melon Fruits in Xinjiang Uygur Autonomous Region, Shanshan 838200, China)

**Abstract:** In order to improve the quality and yield of grape, three micro spray misting time control treatments were set up (Wp1: spray water for 1 h every day, WP2: spray water for 2 h every other day, WP3: spray water every 2 days for 3 h). By monitoring the microclimate factors and the growth morphology and sugar content of grapes under different fog control methods in extreme arid area, the change law of microclimate factors in vineyard and its relationship with grape fruit growth morphology and sugar content were analyzed. The results showed that fog control could effectively reduce the temperature and increase the humidity of vineyard. Compared with CK treatment, the daytime average temperature was 2.1-2.9 °C, the night average temperature was 0.9-2.1 °C, the average temperature difference was 0.8-1.1 °C, the average temperature was 1.5-2.5 °C, the daytime average humidity was 5.7%-7.6%, the night average humidity was 4.7%-6.0%, and the average humidity was 5.0%-6.8%. Compared with CK treatment, WP1, WP2 and WP3 were 1.76, 1.63 and 1.51 mm higher in longitudinal diameter, 1.80, 1.71 and 1.43 mm in transverse diameter, 0.26, 0.24 and 0.16 g higher in fruit weight, and 5.5%, 0.7% and 4.1% higher in sugar content than CK treatment, respectively. The results showed that the growth and sugar content of grape in this area could be analyzed and predicted by the average temperature in the daytime, the average temperature and the average humidity at night.

**Keywords:** grape; microclimate; fruit growth; sugar content

(上接第 48 页)

- [21] Li H, Li J, Dai R H. Review of the leafhopper subgenus *Pe-diopsoidea* (Sispocnis) (Hemiptera, Cicadellidae, *Eurytelinae*, Macropsini) with description of two new species from China[J]. ZooKeys, 2019, 855: 71-83.
- [22] 王双贵, 韩彩萍. 六盘山不全变态类昆虫区系研究[J]. 青海

农林科技, 2009(4): 28-33.

- [23] Xu J, Lu Z L, Gao W J, et al. The comparative study on the climate adaptability based on indoor physical environment of traditional dwelling in Qinba mountainous areas, China[J]. Energy & Buildings, 2019, 197: 140-155.

## Species List and Floristic Analysis of Leafhopper and Similar Groups in Qinba Area

DAI Zi-wei, CHENG Meng-di, HUI Dan-dan, LI Juan, LI Hu, HUO Ke-ke

(School of Biological Science & Engineering, Shaanxi University of Technology, Hanzhong 723001, China)

**Abstract:** The adults and nymphs of Macropsinae, Idiocerinae, Megophthalminae and Iassinae are harmful to agricultural and forestry crops. Qinba mountain area is located in the transitional zone between the paleoarctic and the Oriental in the world zoogeographical division, and the insect species resources are very rich. In order to understand the composition of the background resources and the floristic composition and distribution characteristics of the four similar groups of cicadellinae in Qinba area, the species list and distribution information of 38 species of leafhopper and similar group leafhopper in Qinba area were sorted out; the attribution and proportion of the four similar groups in the world and China are statistically analyzed according to the calculation formula of floristic composition. The results showed that there were 19 species (50%) in Oriental realm, 2 species (5.26%) in Palaearctic realm and 17 species (44.74%) in the Oriental palaearctic realm. There were 17 species (44.74%) in Central China and 2 species (5.26%) in North China, the distribution types of subfamilies in other zoning types were less.

**Keywords:** Hemiptera; leafhopper; distribution; floristic analysis