

不同天气下黄瓜叶片湿度变化特征及其影响因子

崔 海¹, 郭文忠²

(1. 银川能源学院 生物工程系, 宁夏 永宁 750105; 2. 国家农业智能装备工程技术研究中心, 北京 100097)

摘 要:以黄瓜为试材, 设土壤相对含水量 50%~60%(SW1)和土壤相对含水量 75%~90%(SW2)为处理, 在生长季连续观测日光温室黄瓜叶片湿度及环境因子, 以揭示日光温室黄瓜叶片湿度变化特征及影响因子。结果表明:在不同天气下, 日光温室黄瓜叶片湿度表现为增-降-增的变化趋势, 00:00—08:00 逐渐增加, 08:00—19:00 骤降于一个低的水平, 19:00—00:00 快速增加至较高水平的变化趋势, 且 SW1 和 SW2 处理的黄瓜叶片湿度均表现为阴天>晴天。由统计分析得出, 黄瓜叶片湿度与二氧化碳浓度、光合有效辐射、相对湿度、饱和水汽压差呈正相关, 与光照总辐射、温度、土壤相对含水量呈负相关。

关键词:叶片湿度; 不同天气; 黄瓜; 日光温室

中图分类号:S 642.2 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2017)04-0025-03

中国设施园艺面积已成为世界最大的国家^[1], 日光温室是中国特色的设施园艺, 是一个白天蓄热高温, 夜间放热高湿的密闭环境, 又被称为节能温室^[2]。高湿环境对园艺作物的生长发育和病害发生^[3-5], 以及生理生化过程^[6]都会产生一定的影响。目前有关设施园艺水分方面的研究主要集中在灌溉^[7-8]、水肥耦合^[9]、作物需水量^[10]、水分对产量和品质^[8,11]的影响等, 对于园艺作物的湿度研究相对较少。作物植株湿度的变化特征及其影响因子的研究, 可以拓展日光温室及设施园艺的水分研究的深度, 以期对设施病害发生预警提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试黄瓜品种为天津德瑞特种业有限公司培育的“博耐-13号”。温室东西长 60 m, 跨度 12 m, 脊高 5 m, 为钢架结构, 覆盖材料为 PE 膜, 保温材料为保温被。

1.2 试验方法

试验于 2014 年在宁夏试验在宁夏吴忠国家农

业科技园区种植业核心区的日光温室进行。试验设置 2 个水分处理, SW1 处理土壤相对含水量为 50%~60%; SW2 处理土壤相对含水量为 75%~90%。小区面积为 12 m², 苗期统一灌水量, 定植后采用不同水分处理。定植时黄瓜苗按统一标准筛选。在距地面 25 cm 处埋设 TDR 探测器, 在 2 个小区距地表 5、15、25 cm 3 个深度分别埋设土壤温度探头, 在种植行上覆膜后定植黄瓜。

1.3 项目测定

采用美国 Campbell 数据自动采集系统自动采集日光温室内外环境因子, 包括空气温度、地下 5 cm 土温、地下 15 cm 土温、地下 25 cm 土温、光合有效辐射、光照总辐射、光照净辐射、相对湿度、水气压、二氧化碳浓度、土壤相对含水量、茎干温度; 采用叶面湿度仪测定叶片湿度, 测定从上往下数第 5 片叶的叶片湿度。每 3 s 测定 1 次, 10 min 自动记录平均值并保存。

1.4 数据分析

采用 Excel 软件制图和 SPSS 17.0 软件对试验数据进行统计分析。

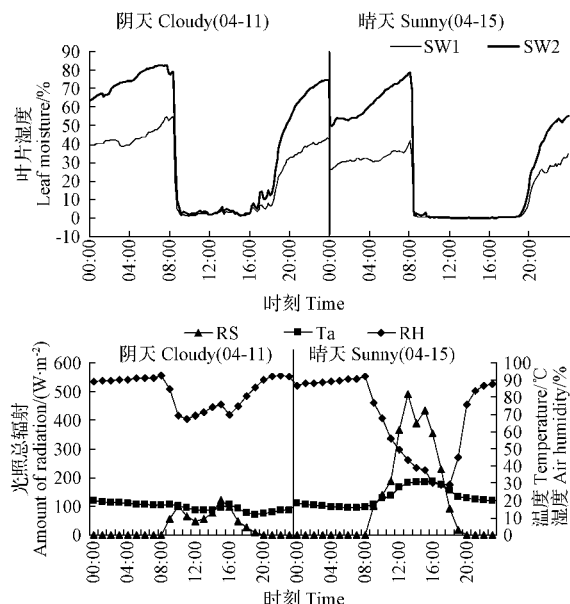
2 结果与分析

2.1 不同水分处理黄瓜叶片湿度变化特征

从图 1 可以看出, 阴天和晴天 SW1 和 SW2 处理的黄瓜植株叶片湿度变化趋势表现一致。即黄瓜叶片湿度在夜间均呈逐渐增加趋势, 08:00—19:00

第一作者简介:崔海(1980-), 女, 硕士, 讲师, 现主要从事设施栽培及环境调控等研究工作。E-mail: cuihai54321@163.com.
基金项目:银川能源学院校级科研资助项目(2013-KY-Z-08)。
收稿日期:2016-09-26

急降于一个相对很低的状态下;19:00—08:00 又呈增加趋势。叶片湿度在不同天气状况下,2 个处理的叶片湿度均表现为阴天>晴天。



注:SW1,土壤相对含水量为 50%~60%;SW2,土壤相对含水量为 75%~90%;RS,光照总辐射;Ta,空气温度;RH,空气相对湿度。

Note:SW1, Soil relative water content is 50%—60%;SW2, Soil relative water content is 75%—90%;RS, Total radiation; Ta, Air temperature; RH, Relative humidity.

图 1 不同天气下不同水分处理黄瓜植株叶片湿度日变化特征及阴晴天环境特征

Fig. 1 Variation of leaf moisture of cucumber and environmental characteristics under different weather conditions

由表 1 可知,在 00:00—08:00 时,SW1 和 SW2 处理下阴天的叶片湿度均值分别较晴天分别增加 33.6%和 19.0%,在 19:00—23:50 分别增加 16.1%和 20.8%;在 08:00—19:00,SW1 和 SW2 处理的叶片湿度平均值均处于一个平稳的低水平。由表 2 可

表 1 不同天气条件下水分处理的黄瓜叶片湿度对比

Table 1 Contrast with the leaf moisture of cucumber in different soil water under different weather condition

天气状况 Weather condition	时刻 Time	处理 Treatment SW1	处理 Treatment SW2	叶片湿度差值 Difference of leaf moisture
阴天 Cloudy	00:00—08:00	43.26	74.28	31.02
	08:00—19:00	6.57	9.54	2.97
	19:00—23:50	28.76	50.63	21.87
晴天 Sunny	00:00—08:00	32.39	62.42	30.03
	08:00—19:00	0.75	1.76	1.02
	19:00—23:50	24.77	41.92	17.15

表 2 阴晴天黄瓜植株叶片湿度方差分析

Table 2 Variance analysis in different weather condition

项目 Item	差异源 Difference source	平方和 SS	自由度 df	均方 MS	F 值 F value	F 检验值 F crit value
叶片湿度 Leaf moisture	组间	12 791.417	3	4 263.806	53.442	2.621
	组内	45 317.083	568	79.784		
	总计	58 108.500	571			

知,不同天气状况下叶片湿度呈现显著差异($\alpha=0.05$)。这是由日光温室白天蓄积热量,夜间释放热量,在日光温室半密闭的环境下,夜间温室内空气湿度逐渐增加;同时阴天的温度和光照总辐射(图 1)均较晴天的低,而空气湿度较晴天的高;日光温室晴天蓄热量和放热量均高于阴天,进而引起阴晴天日光温室室内植株湿度变化。

2.2 叶片湿度与环境因子的相关性

将美国 Campbell 自动气象站采集的温室内多个气象因子,通过统计分析筛选出光合有效辐射 PAR、光照总辐射 TR、光照净辐射 NR、温度 T、相对湿度 RH、饱和水汽压差 VPD、水汽压 VP、二氧化碳浓度 CO_2 、土壤相对含水量 SWC、茎干温度 ST、地下 5 cm 土温 T_5 、地下 15 cm 土温 T_{15} 、地下 25 cm 土温 T_{25} 等 13 个气象因子。通过将黄瓜植株的叶片湿度、土壤湿度在生长发育期间的各项指标与测量期间的气象因子进行逐步回归,找出影响叶片湿度的主要气象因子。

在黄瓜植株发育期间,通过将 SW1 和 SW2 处理的黄瓜叶片湿度数据与同期的 13 个气象因子作回归分析。由表 3 可知,SW1 和 SW2 处理的黄瓜叶片湿度与二氧化碳浓度、光合有效辐射、相对湿度、饱和水汽压差呈正相关,与光照总辐射、温度、土壤相对含水量呈负相关。

表 3 黄瓜植株叶片湿度与环境因子逐步回归分析结果

Table 3 Stepwise regression analysis between leaves moisture of cucumber and environmental factors

处理 Treatment	逐步回归方程 Stepwise regression equation
SW1	$Y=50.999+0.032CO_2+0.018PAR-0.049TR+0.010NR-1.611T+0.351RH+17.386VPD-140.644SWC-0.136ST$
	$R=0.979\ 3\ P=0.000\ 1\ F=360.862\ 9$
	$Y=141.302+0.035CO_2+0.029PAR-0.036TR-0.014NR-4.529T+0.258RH+30.148VPD+11.604VP-181.203SWC+0.153T_5-0.135T_{25}$
SW2	$R=0.988\ 0\ P=0.000\ 1\ F=509.477$

3 讨论与结论

有研究表明不同天气条件夜间湿度值在 83%~98%,湿度由中央至四周逐渐增加^[5],温室内外湿

度变化幅度为晴天>阴天>雪天^[12],不同结构温室内的湿度存在一定差异^[13],日光温室冠层(距地1.5 m)温湿度模拟模型可以预测黄瓜日光温室夜间冠层上方温湿度^[14]。该研究中黄瓜植株冠层叶片湿度在阴晴天的变化规律与前人日光温室湿度的日变化规律一致^[15]。阴晴天气温湿度环境条件的不同,使得日光温室内太阳辐射、温度、空气湿度存在差异,使得日光温室不同水分处理的黄瓜叶片湿度产生差异。由统计分析得出,黄瓜叶片湿度与二氧化碳浓度、光合有效辐射、相对湿度、饱和水汽压差呈正相关,与光照总辐射、温度、土壤相对含水量呈负相关。说明二氧化碳浓度、光合有效辐射、光照总辐射、温度、相对湿度、饱和水汽压差、土壤相对含水量是对冠层植株叶片湿度影响较大的气象因子,温室光照、温度及水分均是影响植株叶片湿度及体内水分含量的主要因素。

在后续的研究中可以开展日光温室光照、温度、水分与作物水分变化相互作用研究,及植株水分变化与病害发生、园艺作物产量和品质的关系。

参考文献

- [1] 薛晓萍,杨艳超,刘寿东. 莱芜日光温室气温变化规律研究[J]. 中国农学通报,2008,24(12):519-523.
- [2] 邓淑芬,张文修,李光旭. 日光温室空气湿度控制措施[J]. 现代化农业,2014(2):26-27.

- [3] 王慧,李梅兰,许建平,等. 基于冠层温湿度模型的日光温室黄瓜霜霉病预警方法[J]. 应用生态学报,2015(10):3027-3034.
- [4] 王洪山. 控制日光温室温湿度防控黄瓜霜霉病技术[J]. 中国农业推广,2013(8):45-46.
- [5] 王慧,陈梅香,李文勇,等. 不同天气条件下黄瓜日光温室温湿度空间分布研究[J]. 北方园艺,2015(17):41-46.
- [6] 刘婧,毕焕改,李清明,等. 土壤湿度对低温下黄瓜幼苗光合作用及抗氧化酶活性的影响[J]. 植物生理学报,2015(12):2247-2254.
- [7] 方栋平,张富仓,李静,等. 灌水量和滴灌施肥方式对温室黄瓜产量和品质的影响[J]. 应用生态学报,2015(6):1735-1742.
- [8] 石文学,王军,张志国,等. 灌溉方式对春大棚黄瓜产量、经济效益和灌溉水分生产效率的影响[J]. 北方园艺,2016(5):56-59.
- [9] 王鹏勃,李建明,丁娟娟,等. 水肥耦合对温室袋培番茄品质、产量及水分利用效率的影响[J]. 中国农业科学,2015(2):314-323.
- [10] 亢立. 日光温室环境因素对黄瓜生长的影响及调控技术[J]. 农业科技通讯,2015(2):180-182.
- [11] 李志军,李静,张富仓,等. 水氮供应对温室滴灌施肥黄瓜产量及品质的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2015(12):143-150.
- [12] 祁德富,马琪. 不同天气条件下日光温室光照强度及温湿度日变化特征研究[J]. 北方园艺,2013(23):55-57.
- [13] 赵丽玲,樊东隆,杨爱华,等. 冬季辽阳型与白银型日光温室的温、湿度特性比较[J]. 北方园艺,2014(15):40-43.
- [14] 王慧,许建华,陈梅香,等. 基于温湿度模拟数据的日光温室黄瓜病害预警系统[C]//2014年中国植物保护学会学术年会,2014:386-387.
- [15] 曲继松,张丽娟,郭文忠,等. 宁夏干旱区槽式温室冬季内环境日变化初步研究[J]. 北方园艺,2014(21):45-50.

Characteristic of Solar Greenhouse Cucumber Leaf Humidity Features and Its Influence Factors in Different Weather

CUI Hai¹, GUO Wenzhong²

(1. Department of Biological Engineering, Yinchuan Energy Institute, Yongning, Ningxia 750105; 2. National Research Center of Intelligent Equipment for Agriculture, Beijing 100097)

Abstract: Cucumber was used as materials, leaves moisture of cucumber and environmental factors were continuously observed in solar greenhouse during the growing season with treatment as soil moisture content of 50%—60%(SW1) and soil water content of 75%—90%(SW2). To reveal variation of cucumber leaves humidity and its influencing factors in solar greenhouse. The results showed that in cloudy and sunny day, leaves moisture of cucumber showed as increased-decreased-increased trend. Leaves moisture of cucumber was gradually increases in 00:00—08:00, then suddenly reduced to a low level in 08:00—19:00, and rapidly increased in the trend to higher levels in 19:00—00:00. And leaves humidity of cucumber was showed as cloudy>sunny of SW1 and SW2. From the statistical analysis, the leaves humidity of cucumber was positively correlated with CO₂ concentration, photosynthetically active radiation, relative humidity and vapor pressure deficit, and had negatively correlated with the total radiation, temperature and soil relative water content.

Keywords: leaf humidity; different weather; cucumber; solar greenhouse