

CO₂施肥条件下高温对黄瓜生长及理化特性的影响

刘金泉¹, 崔世茂², 尹春¹, 赵恒栋¹

(1. 内蒙古农业大学 职业技术学院 内蒙古 包头 014109; 2. 内蒙古农业大学 农学院, 内蒙古 呼和浩特 010018)

摘要:以津春5号黄瓜为材料, 设高温、高湿和高温、常规湿度2个处理, 与常规黄瓜生产管理为对照, 在CO₂施肥条件下, 每天中午时段平均40~50℃下处理4h以上。结果表明: 高温处理区黄瓜株高、茎粗、叶片数和叶面积等指标与对照差异显著, 且高温、高湿处理区除茎粗外其它三项指标与高温、常规湿度处理区差异显著, 高温、高湿对黄瓜的商品质量有一定的提高, 高温、常规湿度使弯曲瓜增多; 黄瓜叶片中可溶性蛋白含量呈降低趋势, 游离脯氨酸、超氧化物歧化酶及丙二醛含量均呈升高趋势, 且高温、高湿区变化幅度小于高温、常规湿度区。

关键词: 高温; CO₂施肥; 黄瓜; 生长; 生理特性

中图分类号: S 642.206⁺.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2009)01-0006-04

黄瓜(*Cucumis sativus*. L)是喜温性蔬菜, 最适宜的温度为25~30℃, 超过35℃就会导致伤害, 连续出现3h、45℃的高温, 雌花不能开花, 光合作用极度降低, 产量急剧下降^[1]。有关高温对黄瓜理化特性的研究报道很多^[2-5]。同时, CO₂不足常被认为是影响温室生产中作物生长发育和产量的重要因子^[6], 近年来有关温室增施CO₂的研究报道也很多^[7-9]。然而, 在设施黄瓜生产中, 春未至秋初这段时间内会遇到高温条件, 最高温度可达50℃以上, 昼夜平均温度可达35℃左右, 高温是制约其高产、优质的主要因素。并且由于通风降温的需要, CO₂施肥也无法进行。但据崔世茂^[10]报道: 在俄罗斯设施黄瓜生产中(不放风、高水肥管理), 夏季的中午最高温度达到50~55℃, 每天超过40℃温度的时间有4h, 4个月内竟创造了667m²产15 000 kg的高产记录, 说明在这样的高温条件下, 黄瓜生长并未受到伤害。基于上述研究, 利用内蒙古丰富的自然光照资源, 在夏季温室自然高温条件下, 并配合高浓度CO₂、高湿度处理, 研究设施黄瓜的生长情况及理化特性, 为高温季节CO₂施肥条件下温室黄瓜生产管理提供科学依据。

1 材料与试验方法

1.1 供试材料

试验品种: 津春5号。

1.2 试验时间及地点

第一作者简介: 刘金泉(1971-), 男, 内蒙古人, 讲师, 研究方向为设施蔬菜栽培。

通讯作者: 崔世茂, E-mail: cuiishimao@sina.com。

基金项目: 内蒙古自治区自然科学基金资助项目(200508010302); 内蒙古农业大学职业技术学院应用基金资助项目。

收稿日期: 2008-08-10

试验于2007年3~7月在内蒙古农牧业科技园区设施园艺项目部日光温室、内蒙古农业大学职业技术学院生理实验室进行。日光温室为钢骨架拱圆型, 跨度6.5 m, 脊高3.2 m, 长50 m, 抢阴8°。于3月5日育苗, 4月20日定植于53#日光温室。

1.3 处理方式

将温室用双层棚膜隔成高温、高湿处理区(A), 高温、常规湿度区(B), 对照区(CK), 薄膜之间间距2 m作为缓冲带。每个处理均设3次重复, 顺序排列, 小区面积均为11 m²。在摘除头瓜后, 逐渐缩小和缩短放风大小和时间, 进行自然高温预处理。

于6月10日开始高温处理, A区采取全封闭始终不放风的办法, 每天早晨先浇一大水, 中午温度控制在40~50℃, 当温度超过50℃时, 采用喷水的方法降温。B区温度管理同A区, 土壤湿度管理同CK; A、B处理区每天9:00~10:00采用释放钢瓶内液态CO₂的方法进行CO₂施用, 浓度达到2 000 μL/L左右后停止释放。对照区采取常规的黄瓜管理模式, 每天9:00~17:00放风, 不喷水, 不增施CO₂。

1.4 测定项目和试验方法

高温处理开始后用TES1360仪器测定相应时刻的温度(℃)和湿度(%RH), 用便携式GXH-3051型红外线CO₂分析仪测定CO₂浓度, 从6月10日开始, 每隔1 d测定1次数据, 每测定日从6:00~18:00, 每1 h测定1次, 共测5 d, 最后取5 d各时段的平均值。

高温处理10 d后, 各小区随机选取9株用于生长指标的测定。株高、茎粗、瓜长、瓜粗, 单瓜重及果实形状等测定采用常规方法; 叶面积采用LI-3000A便携式叶面积仪法; 可溶性蛋白含量采用考马斯亮蓝G-250染色法测定^[11]; 丙二醛(MDA)含量采用硫代巴比妥酸反应

比色测定法^[11]; 游离脯氨酸(Pro)含量以酸性茚三酮溶液作显色液比色测定法^[11]; 超氧化物歧化酶(SOD)活力采用氮蓝四唑 NBT 还原法测定^[11]。

2 结果与分析

2.1 不同处理区环境因子的变化

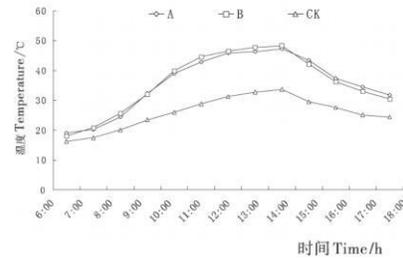


图1 不同处理10 d平均温度的比较

Fig.1 Compare of 10 days average temperature under different treatment

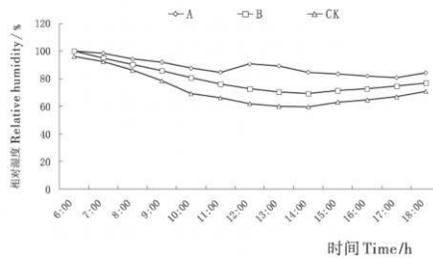


图2 不同处理10 d平均相对湿度的比较

Fig.2 Compare of 10 days average humidity under different treatment

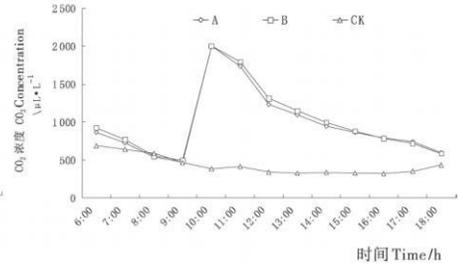


图3 不同处理10 d CO₂浓度日变化的比较

Fig.3 Compare of CO₂ concentration changes under different treatment

2.1.2 不同处理平均相对湿度的比较 图2是各处理10 d中温室内空气相对湿度变化的测定结果。对照区由于放风和常规湿度管理,相对湿度只有早晨6:00~8:00 2 h在80%左右,其余时间基本都在50%~60%之间;B处理区由于全天不放风和中午喷水,平均相对湿度基本保持在70%~80%左右;A处理由于全天不放风、中午喷水和早晨灌大水,平均相对湿度基本保持在80%以上。提高湿度可以减少高温对叶片的伤害,同时也有利于叶片光合作用。

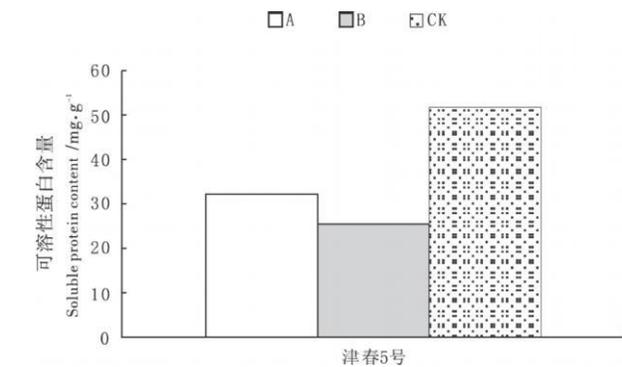


图4 不同处理对可溶性蛋白含量的影响

Fig.4 Influence of different treatment on soluble protein

2.1.3 CO₂浓度的比较 图3是处理期间CO₂浓度10 d测定的平均值。温室内CO₂浓度从太阳出来后就开始下降,A、B处理区从9:00~10:00人工施用CO₂,10:00以后,包括中午12:00~14:00的高温时间,温室内的CO₂浓度一直下降,说明高温处理区的黄瓜在中午也进行着光合作用。但从11:00~15:00,A区CO₂浓度略低于B区,可能是由于A区的光合作用旺盛,对CO₂消耗多的缘故。

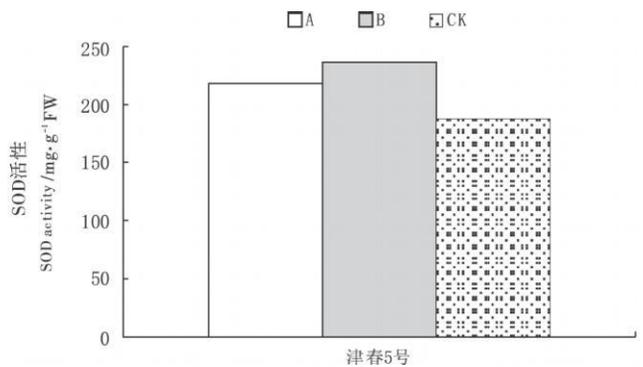


图5 不同处理对超氧化物歧化酶(SOD)活性的影响

Fig.5 Influence of different treatment on SOD activity

2.2 不同处理对黄瓜生长的影响

2.2.1 不同处理对黄瓜形态指标的影响 由表1可知,各处理之间株高、茎粗、叶片数和叶面积存在差异。总趋势呈现A处理>B处理>对照。株高方面,A处理表现最高,比对照高21.74 cm,B处理次之,比对照高9.19 cm,处理之间株高差异达极显著水平;茎粗方面,B

处理最粗,比对照粗0.141 cm,A处理次之,比对照粗0.129 cm;A与B处理间茎粗差异不显著,但两者与对照差异达极显著水平。各处理间A处理的叶片数处于最高水平,比对照多2.92片,B处理的叶片数少于A处理,但比对照多1.16片。叶面积A处理的最大,比对照大80.49 cm²,B处理的次之,比对照大40.35 cm²。各处

理间的叶片数和叶面积差异均达极显著水平。

2.2.2 不同处理对黄瓜果实商品性的影响 由表 2 可知 各处理之间瓜长、瓜粗、单瓜重都存在差异,在 CO₂施肥条件下, A 处理区瓜长、瓜粗和单瓜重均较大,CK 次之, B 处理区此三项指标都较小,另外在瓜条形状方面 A 处理和 CK 接近, B 处理的弯曲瓜较多一些。

表 1 不同处理对黄瓜形态指标的影响(6月21日观测值)

处理	株高 Plant	茎粗 Stem	叶片数 Leaf	叶面积 Leaf
Treatment	height/ cm	diameter/ cm	amount/ 片	area/ cm ²
A	172.78Aa	1.096Aa	16.71Aa	519.68Aa
B	160.23Bb	1.208Aa	14.95Bb	479.54Bb
C	151.04Cc	1.076Bb	13.79Cc	439.19Cc

表 2 不同处理对黄瓜果实商品性的影响

处理	瓜长 Fruit	瓜粗 Fruit	单瓜重 Weight Per	瓜条外形
Treatment	length/ cm	diameter/ cm	cucumber/ kg	Fruit shape
A	24.9	3.48	0.207	较好
B	19.5	2.92	0.154	一般
C	21.5	3.11	0.175	较好

2.3 不同处理对理化指标的影响

2.3.1 不同处理对黄瓜可溶性蛋白质含量的影响 从

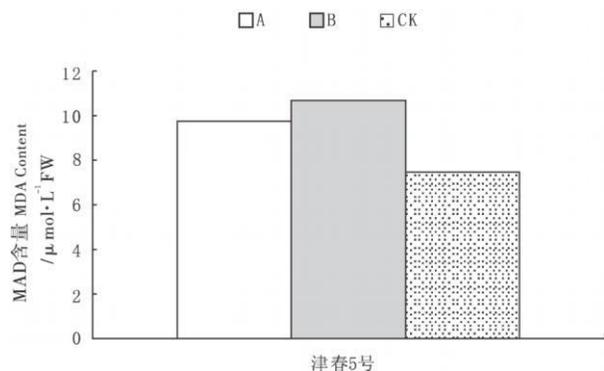


图 6 不同处理对丙二醛(MDA)含量的影响

Fig. 6 Different treatment on influence of MDA content

图 4 可以看出,黄瓜经高温处理后,可溶性蛋白含量均比对照降低, B 处理区最低, A 处理区次之,对照区 CK 最高。A 处理区降低了 37.75%, B 处理区降低了 50.81%; B 处理区降低的幅度大于 A 处理区。

2.3.2 不同处理对黄瓜超氧化物歧化酶(SOD)活性的影响 从图 5 试验结果可知 黄瓜经高温处理后,超氧化物歧化酶(SOD)活性均比对照高, A 处理区增高了 16.09%, B 处理区增高了 25.96%, B 处理区增加的幅度大于 A 处理区。

2.3.3 不同处理对黄瓜丙二醛(MDA)含量的影响 由图 6 可知,黄瓜经高温处理后,丙二醛(MDA)含量均比对照高。但各高温处理之间黄瓜的丙二醛(MDA)含量增幅不同, A 处理区增高了 30.60%, B 处理区增高了 43.20%; B 处理区增高的幅度大于 A 处理区。

2.3.4 不同处理对黄瓜游离脯氨酸(Pro)含量的影响 从图 7 可以看出,黄瓜经高温处理后,游离脯氨酸(Pro)含量均比对照高。但各个高温处理之间增幅不同, A 处理区增高了 88.15%, B 处理区增高了 108.67%; B 处理区增高的幅度大于 A 处理区。

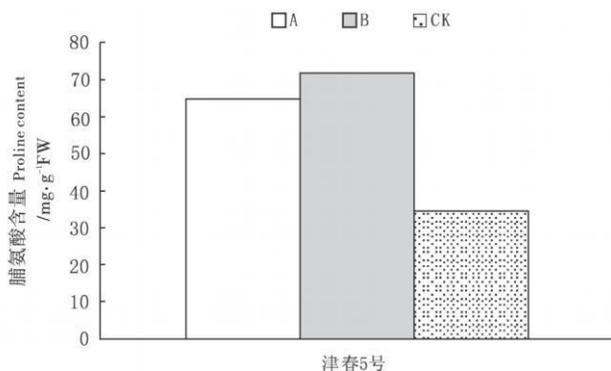


图 7 不同处理对游离脯氨酸(Pro)含量的影响

Fig. 7 Different treatment on influence of Proline content

3 结论与讨论

3.1 CO₂施肥条件下温、湿度与黄瓜生长

温度、光照、水、CO₂和肥料与光合作用是密切相关的^[12]。目前大多单因子试验得出了多数资料中普遍引用的最适温度、光饱和点、CO₂饱和点等结果。这些结果是否正确与多种影响因素有关,徐克农等研究^[13],保护地黄瓜光合作用适温范围为 25~33℃,而马德华等^[14]报道大棚黄瓜光合适温则为 28~35℃。那么在设施中,人工施用 CO₂后,在 CO₂浓度很高,湿度较大,光照和水肥条件充足的条件下,黄瓜光合适温很有可能达到 40~50℃或更高,当然这需要今后进一步探讨。

庞金安等^[15]的试验表明,空气湿度对蔬菜作物生长的影响,主要是通过蒸腾作用间接影响的。如果土壤湿

度大,空气湿度在 59%左右对黄瓜光合作用的影响不大,这是由于黄瓜对空气干燥的抵抗力随土壤湿度的提高而增加。同时,在高温下,由于蒸腾作用带走大量热量,使叶表温度低于空气温度。对比该试验的研究结果:高温、高湿处理区黄瓜形态指标高于对照,究其原因:可能是由于叶温并不是很高,或者是由于土壤湿度和空气湿度高的原故。

3.2 CO₂施肥条件下高温对黄瓜生理特性的影响

黄瓜可溶性蛋白质总量与品种的耐高温能力呈正相关,这可能是总蛋白质遭到高温处理后补偿性高速合成的结果。可溶性蛋白质总量和热稳定蛋白质含量在抵御温度逆境胁迫过程中起重要作用^[16]。该试验各高温处理区黄瓜的可溶性蛋白含量均有下降,与以上的研

究结果一致,但不同高温处理之间下降幅度不同,可能是B处理区湿度较低造成。

研究指出,植物酶促防御系统,如过氧化物酶(POD)、超氧化物歧化酶(SOD)等具有清除自由基的能力,是植物耐热生理基础之一^[3]。该试验结果与何晓明等^[17]在高温对黄瓜幼苗的SOD活性影响的研究结果一致。说明高温下黄瓜清除自由基的能力最强,对高温有一定的自我保护能力。

高温处理后黄瓜丙二醛含量升高,这与马德华等^[2,18]的研究结果基本一致。丙二醛增加是细胞膜脂质氧化的结果,丙二醛含量越少,其细胞受伤害程度就越小,抗热性也就越强。A处理较高的湿度可能减缓高温的影响,因而减小了丙二醛含量升高的幅度。

植物中游离脯氨酸含量一直是倍受关注的抗逆性指标,其具有调节渗透及保护细胞膜结构稳定的作用^[19]。高温处理后黄瓜能够保持细胞膜稳定,可能与体内的脯氨酸迅速积累有关。该试验研究结果与孟焕文^[4]对3个黄瓜品种脯氨酸含量均随胁迫温度升高而上升的研究结果类似。B处理区游离脯氨酸(Pro)含量增高的幅度大于A处理区,原因可能是其体内水分亏缺所引起的,因为脯氨酸的水合能力较强,水分亏缺时积累的游离脯氨酸可作为一种溶质来调节细胞水分环境的变化^[20]。

参考文献

- [1] 山东农业大学. 蔬菜栽培学各论[M]. 2版. 北京: 农业出版社, 1990: 185-209.
- [2] 马德华, 庞金安, 霍振荣, 等. 高温对黄瓜幼苗膜质过氧化作用的影响[J]. 西北植物学报, 2000, 20(1): 141-144.
- [3] 孟令波, 李淑敏. 高温胁迫对黄瓜生理、生化过程的影响[J]. 哈尔滨学院学报, 2003, 24(10): 121-125.

- [4] 孟焕文, 张彦峰, 程智慧, 等. 黄瓜幼苗对热胁迫的生理反应及耐热鉴定指标筛选[J]. 西北农业学报, 2000, 9(1): 96-99.
- [5] Claudia Pastene. Effect to high high temperature on photosynthesis in beans. CO₂ Assimilation and metabolite Content[s] J. Plant Physiol, 1996, 112: 1253-1260.
- [6] 曹红红, 张颖, 张翠梅, 等. 我国二氧化碳气肥生成方法及发展趋势[J]. 长江蔬菜, 2001(6): 25-27.
- [7] 魏珉. 日光温室蔬菜 CO₂ 施肥效应与机理及 CO₂ 环境调控技术[D]. 南京: 南京农业大学博士学位论文, 2000.
- [8] 崔庆法, 王静. 补施 CO₂ 对日光温室黄瓜生长的影响[J]. 西北植物学报, 2003, 23(1): 39-43.
- [9] 郭卫华, 李天来. 不同有机物料配施对日光室内 CO₂ 浓度及黄瓜生理效应的影响[J]. 吉林农业大学学报, 2004, 26(3): 293-297.
- [10] 崔世茂, 陈源闽, 霍秀文, 等. 大棚型日光温室设计及光效应初探[J]. 农业工程学报, 2005, 21: 214-217.
- [11] 汤章城. 现代植物生理学实验指南[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [12] 李曙轩. 蔬菜栽培生理[M]. 上海: 上海科技出版社, 1979.
- [13] 徐克章, 史跃林, 许贵民, 等. 保护地黄瓜叶片光合作用温度特性的研究[J]. 园艺学报, 1993, 20(1): 51-55.
- [14] 马德华, 庞金安, 霍振荣, 等. 大棚黄瓜光合作用日变化及环境因素对光合作用的影响[J]. 河北农业大学学报, 1998, 21(4): 59-63.
- [15] 庞金安, 马德华, 李淑菊. 黄瓜光合作用的研究[J]. 天津农业科学, 1997(12): 8-15.
- [16] 庞金安, 马德华, 张延军. 高温处理对黄瓜幼苗蛋白质含量的影响[J]. 天津农业科学, 2001, 7(3): 10-13.
- [17] 何晓明, 林毓娥, 陈清华, 等. 高温对黄瓜幼苗生长、脯氨酸含量及SOD酶活性的影响[J]. 上海交通大学学报(农业科学版), 2002, 20(1): 30-33.
- [18] 马德华. 温度逆境锻炼对高温下黄瓜幼苗生理的影响[J]. 园艺学报, 1998, 25(4): 350-355.
- [19] 汤章诚. 逆境条件下植物脯氨酸积累及其可能的意义[J]. 植物生理学报, 1984(1): 15-21.
- [20] Aspinall D, Paleg L G. Proline Accumulation: Physiological Aspects The physiology and Biochemistry of Drought Resistance in Plant[M]. New-York: Academic Press, 1981, 205-211.

Effects of High Temperature on Cucumber Physiological Indexes and Growth Efficiency Under CO₂ Enrichment

LIU Jin-quan¹, CUI Shi-mao², YIN Chun¹, ZHAO Heng-dong¹

(1. Vocational and Technical College of Inner Mongolia Agricultural University, Baotou, Inner Mongolia 014109, China; 2. College of Agriculture, Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot, Inner Mongolia 010018, China)

Abstract: The test materials were "Jin-chun No.5" cucumber, through high temperature and high humidity treated and high temperature and normal humidity treated, and as normal management of cucumber for CK, under CO₂ enrichment, during treated by high temperature for more 4 hours in noon daily average of 40°C~50°C. The indexes of height of plant, rough degrees of stem, number of leaves and leaf area in high temperature was different from CK, and except for rough degrees of stem, the other indexes were also different from high temperature and normal humidity treated, so the treats of high temperature and high humidity could also accumulated yield and quality of cucumber, but the treats of high temperature and normal humidity could increase bending cucumbers; content of protein trended to go lower in leaf of cucumber, contents of SOD, MDA and proline of all cucumber varieties trended to go higher, and the change of high temperature and high humidity treated was lower than high temperature and normal humidity treated.

Key words: High temperature; CO₂ enrichment; Cucumber; Growth; Physiological indexes