

高温对大棚黄瓜某些生理过程及 前期产量形成的影响

基础课部 王姝清

西北农学院

园艺系 杨振民 孙廷相

蔬菜塑料大棚栽培是我国近几年来迅速发展的一种新的生产方式,当前以黄瓜栽培面积较广,产量最高。但各地对于棚内温度控制,特别是对高温控制界限问题,还存在着不同看法。为此,我们从1976-1978年*就大棚内白天的高温对黄瓜光合和呼吸作用、生长、发育及产量形成的影响,进行了试验研究,以便提出合理的大棚高温界限及其依据。

一、试验材料和方法

1. 试验材料:黄瓜品种为津研2号。1978年2月19日育苗,3月19日定植,每亩苗数5,600株。栽培管理均与当地大棚黄瓜丰产栽培措施相同。

设温度管理不同,其它条件基本相同的两个塑料大棚,棚形结构为“单柱式悬梁吊柱空心棚”,棚高2.2米,面积为0.5亩。采用人工通风的方法控制棚内温度。从缓苗后开始控制温度,其中一个棚晴天白天最高温度在40-45℃,我们称之为高温棚,另一个棚最高温度在35-37℃,我们称之为适温棚。夜间温度均为自然温度,具体温度变化(见图1、2)。

2. 测定项目:棚内小气候观测(气温、地温、空气相对湿度、光照强度),植株生长发育状况,产量;生理指标(净光合率、呼吸强度、叶绿素含量、过氧化氢酶活性)等。

3. 棚内小气候状况:

(1)气温变化:根据实验目的,重点定期观测了两个棚内气温变化的状况(晴天、多云、阴天棚内气温)。从3月20日至5月10日定期观测,并于4月5日开始控制棚温。晴天高温棚内温度,11时棚温很快上升到38℃,12时上升到40℃以上,37℃以上的

* 主要选用1978年的材料。

高温持续5小时左右。适温棚晴天11时棚温上升到30℃，13时左右棚温最高上升至35-37℃，多数时间处于35℃以下。在多云和阴天时，两棚温度均未超过36℃。观测期间天气变化状况：晴天24天；晴天间多云或多云间晴天20天；阴雨天7天，共计52天。

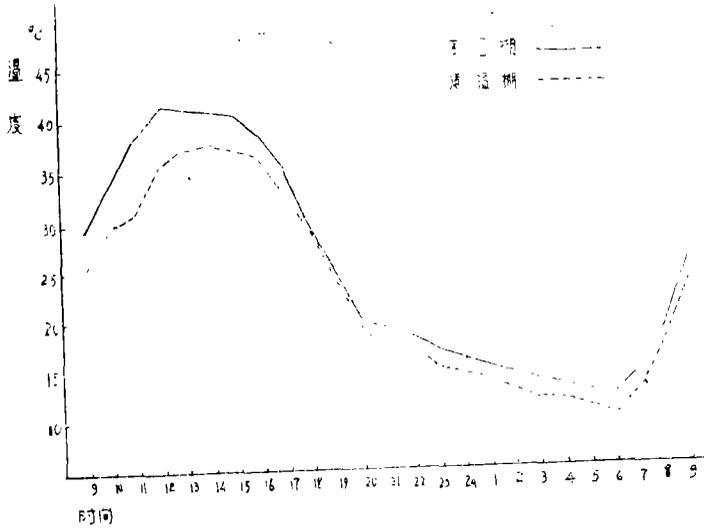


图1 大棚内温度日夜变化
(4月12-13日, 晴天, 棚内一米处气温)

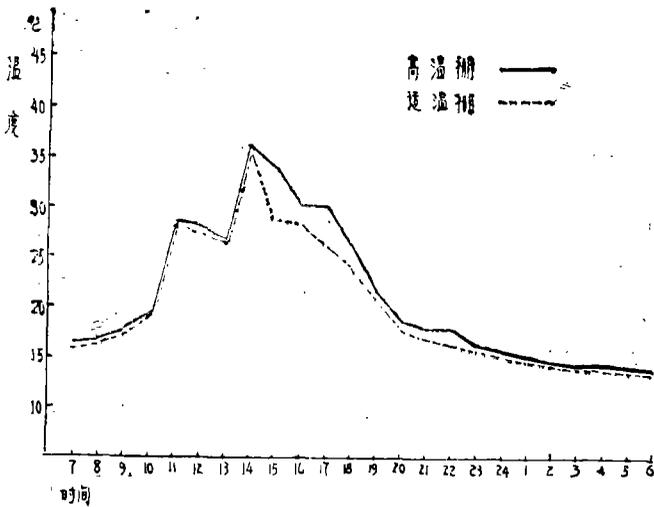


图2 大棚内温度日夜变化
(4月25-26日, 阴天多云, 棚内一米处气温)

(2)地温变化: 黄瓜根系对地温比较敏感, 地温在15℃以上才能正常生长, 地温在20-23℃左右最适宜①。两棚内地温变化虽然没有气温显著, 但不论晴天、阴天或早、中、晚, 高温棚基本上高于适温棚(见表1)。

表1. 棚内地温变化状况 (4月7-28日)

处 理	晴 天			阴 天		
	早	中	傍 晚	早	中	傍 晚
高 温 棚	18.5	27.1	24.2	17.0	21.2	20.6
适 温 棚	16.6	24.2	24.3	15.8	20.0	19.0
两棚地温差	+1.9	+2.9	-0.1	+1.2	+1.2	+1.6

注: 深度5-10厘米。

(3)空气相对湿度变化: 根据定期观测, 在始瓜期前后, 空气相对湿度差异较小, 因为这一时期外界气温低。两棚通风量都较小, 所以相对湿度差异不大。盛瓜期, 外界气温升高, 两个棚都需要通风降温以控制棚温, 为了降低适温棚的温度, 通风量常大于高温棚。因此, 这一时期适温棚空气相对湿度较低, 晴天或多云天为80%左右, 而高温棚为87%左右。但阴雨天两棚差异很小, 基本在90%以上(见图3、4)。

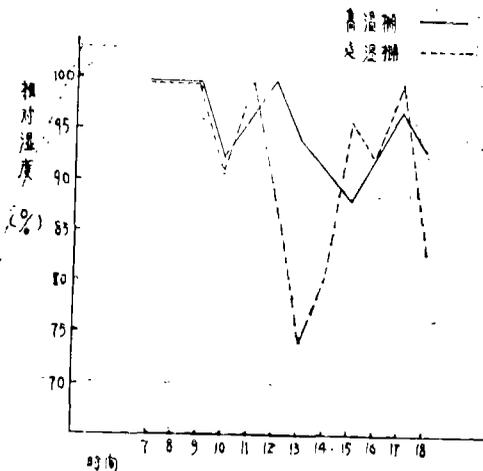


图3 大棚内相对湿度日变化 (5月2日, 晴天, 棚内一米处测定)

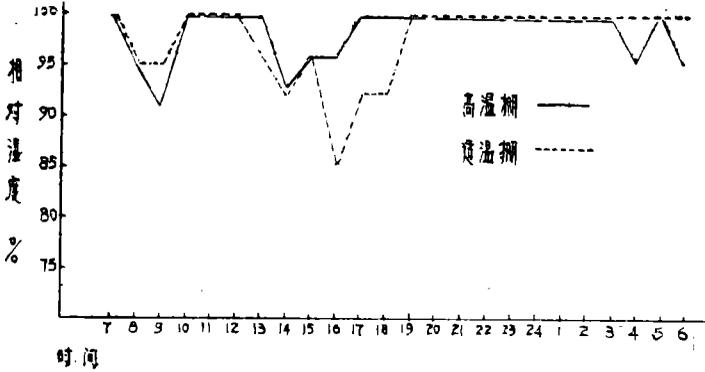


图4 大棚内湿度日夜变化
(4月25日, 阴天, 棚内一米处测定)

(4) 光照强度变化, 不论晴天、阴天均无明显差异, 仅仅由于高温棚湿度较大, 棚顶水滴多, 对光照略有影响。晴天、阴天适温棚光照强度均比高温棚内稍高些(见图5、6)。

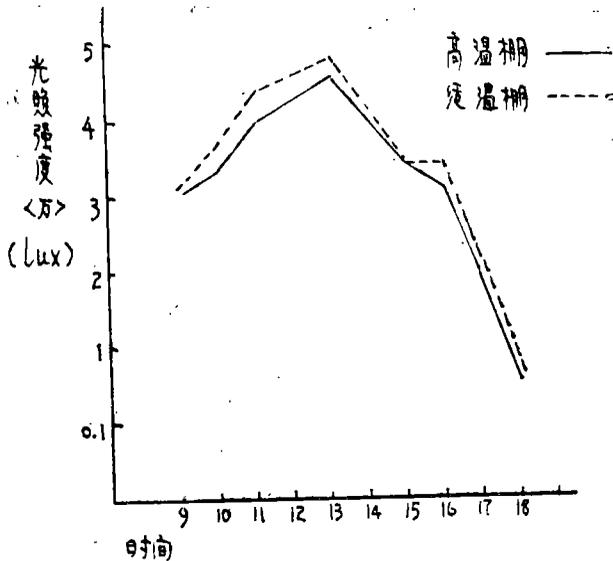


图5 大棚内光照强度日变化
(4月12日, 晴天, 棚内一米处测定)

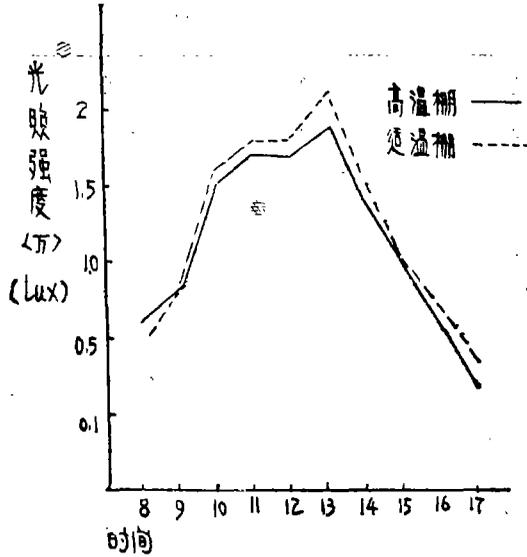


图6 大棚内光照强度日变化
(4月19日, 阴天, 棚内一米处测定)

二、试验结果

1. 不同温度对黄瓜植株营养生长和生殖生长的影响: 温度条件直接影响黄瓜的生育状况。黄瓜原产地在印度西部, 喜温暖不耐霜冻, 要求较高的空气相对湿度, 白天70%, 夜间90%。在土壤和空气相对湿度较高时, 能忍耐40℃左右的高温, 但最适温度为白天25-32℃, 夜间18℃, 其生长不同阶段对温度的要求也有所不同①。

(1) 我们观测了缓苗后两个棚内植株生长状况。高温棚植株生长速度比适温棚快, 节间长而多, 植株高, 表现徒长(见表2)。

温度对黄瓜植株叶片大小的影响更为明显, 叶片生长初期, 高温棚比适温棚大62.6%; 叶片生长后期, 高温棚比适温棚大24.7%(见表3)。根据我们观测, 棚内叶龄一般在30-35天时, 叶面积停止增大。

表2. 不同棚温对黄瓜营养生长的影响 (1978年4-5月)

处 理	日期(月、日)	株高(厘米)	株高比(倍数)	叶片数(个)
高 温 棚	4.12	53.7	1.0	9.5
	4.19	89.9	1.68	13.6
	4.26	105.45	1.96	16.0
	5.3	179.05	3.33	21.6
	5.10	215.4	4.01	25.5

续表 2

适温棚	4.12	55.9	1.0	9.0
	4.19	76.95	1.36	12.5
	4.26	92.5	1.65	15.6
	5.3	144.1	2.6	20.0
	5.10	188.35	3.36	23.8

表3. 不同温度条件对黄瓜叶面积的影响(单位: 平方厘米)

处 理	4月5日	4月12日	4月19日	4月26日
高温棚	36	154	290	333.2
适温棚	34	94.7	197.6	267.2
高温棚较适温棚增长%	5.8	62.6	46.7	24.7

注: 各选10株, 每株取10片叶的平均数

高温棚内温度高于适温棚, 植株生长快, 叶片面积大, 但叶片薄, 叶干重和叶干物质指数都较低(见表4)。

表4. 不同温度对叶片干重的影响(1978年4月)

处 理	同龄叶片数	鲜重(克)	干重(克)	鲜叶厚(毫米)	干物质指数(克/分米 ²)
高温棚	10	44.5	4.61	0.44	0.24
适温棚	10	40.0	5.55	0.53	0.34

高温棚植株营养生长虽旺, 而它所制造的营养物质多用于茎叶生长, 不能充分供应瓜条生长。虽然花数较适温棚为多, 但成瓜率低, 化瓜多, 化瓜率高达60%, 比适温棚高27.3%(见表5)。

表5. 不同温度对黄瓜生殖生长的影响

处 理	雌花数	成瓜数	成瓜率(%)	化瓜数	化瓜率(%)	单株平均产量(克)
高 温 棚	6	2.4	40	3.6	60	515.1
适 温 棚	5.2	3.5	67.3	1.7	32.7	795.9

注：5月16日前统计，20株平均数。

(2)我们从4月26日到5月7日，在两棚内各调查20株黄瓜，12天内收黄瓜数，高温棚13条，适温棚18条。两个棚逐日产量和前期总产量也不同。适温棚不仅逐日产量高于高温棚，而且前期总产量也高出65.5%（见表6）。

表6. 逐日产量统计(斤)

日 期 (日/月)	20 / 4	24 / 4	25 / 4	26 / 4	27 / 4	29 / 4	2 / 5	4 / 5	6 / 5	9 / 5	12 / 5	15 / 5	合计	折合亩产 (斤)	增产 %
适温棚	1.5	18	-	33.4	0.9	45	52	35	32.7	84	89	125	516.5	1510.2	66
高温棚	2	12.2	0.5	27.6	-	30.5	60	16.5	18	12.6	36	95	310.9	911.9	

注：取样小区面积 0.342亩。

2. 不同温度对棚内黄瓜植株光合和呼吸性能的影响：黄瓜植株的正常生长发育，必须保持功能叶片同化作用的适温③。在适温范围内光合作用的速率随温度的上升而提高，但随温度的升高，植株的呼吸强度也相应增高。当温度超过光合最适温度界限时，光合强度逐渐降低，而呼吸强度仍增强（见图7）。

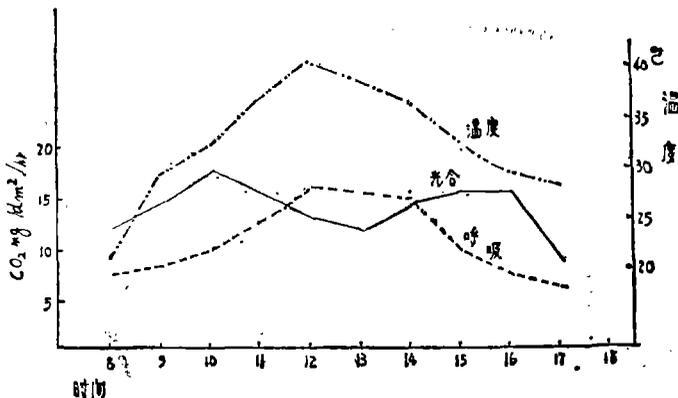


图7 黄瓜植株叶片光合、呼吸强度与温度关系的日进程

注：用 pH 法测定。

由上图可以看出,光合和呼吸强度的日变化与每日温度变化的关系是,当棚内气温在20-30℃时,黄瓜叶片光合强度、呼吸强度同时升高,光合强度大于呼吸强度,光合作用CO₂吸收量由12毫克增加到18毫克,但当温度由30℃升高到40℃时,光合作用CO₂吸收速率逐渐降低,而呼吸强度超过光合强度,呼吸强度由10毫克上升到16毫克/平方米/小时。

同时,由叶片净光合率可以看出温度对光合性能和产量形成的影响。在不同生育期的净光合率,适温棚比高温棚均高,根瓜期高出15.45%,盛瓜期高出4.72%。而呼吸强度高温棚均高于适温棚(见表7)。

表7. 不同棚温对黄瓜叶片净光合率和呼吸强度的影响
(用干重法测定) 单位:克/平方米/小时 1978年4-5月

处 理	根 瓜 期		盛 瓜 期	
	净光合率	呼吸强度	净光合率	呼吸强度
高 温 棚	0.731	0.170	0.888	0.349
适 温 棚	0.844	0.113	0.930	0.174
增 高 率 %	15.45		4.72	

注:棚内光照强度:根瓜采收期3-4万Lux,盛瓜期4-5万Lux。

高温也影响光合色素——叶绿素的含量。从缓苗以后可以直接观察到高温棚比适温棚叶片色淡,测定不同时期叶绿素含量,两个棚内叶片所含叶绿素量不同。在始瓜期,适温棚比高温棚高出48.3%;在盛瓜期第I阶段适温棚比高温棚高出15.3%,第II阶段适温棚比高温棚高出12.5%(见表8)。

表8. 不同温度下棚内黄瓜叶片叶绿素含量
(用分光光度计比色法)

处 理	叶绿素含量(毫克叶绿素/克鲜重)		
	始瓜期	盛 瓜 期	
		I	II
高 温 棚	4.203	3.768	4.057
适 温 棚	6.232	4.348	4.565
增 高 率 %	48.3	15.3	12.5

影响光合性能的另一重要因素是叶温。叶温是直接指示叶片热量及水汽交换、叶片生理活动的重要指示②。在晴天中午13-14时测定两个棚内植株不同层次叶片温度(自上而下)发现,当高温棚内(高度在1米左右)气温达40-41.5℃时,其最高叶温达42℃,此时适温棚内气温为36℃,最高叶温为38℃,两个棚内气温相差5.5℃,叶温平均相差6.2℃(见表9)。

表9. 棚内不同温度对黄瓜植株各层叶温的影响

(1978年4月28日)

叶序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	备注
高温棚叶温	42	42	42	41	41	40	40	40	38	37	37	36	气温41.5℃
适温棚叶温	38	37	36	33	32	32	32	31.5	31	31	31	30	气温36℃
温差	4	5	6	8	9	8	8	8.5	7	6	6	6	5.5℃

注: 10株平均值, 叶序自上而下。

同时, 高温可促进呼吸酶的活性, 因此增加了呼吸强度, 在两个棚内无论何时取样, 均表现出显著差异(见表10)。

表10. 不同温度下黄瓜叶片内 H₂O₂ 酶活性

(1978年4月29日)

处 理	不同时间内 O ₂ 的释放量(毫升)			
	3分钟	5分钟	7分钟	9分钟
高温棚	24.2	28.1	31.2	31.3
适温棚	18.2	21.1	25.0	25.5

三、结 论 和 讨 论

1. 通过上述试验研究, 我们认为, 为了获得塑料大棚黄瓜高产稳产, 在大棚温度管理方面, 定植缓苗以后, 晴天白天棚内最高温度不宜超过35-37℃, 最好控制在35℃以下。如果晴天每天高温持续时间较长, 会造成植株徒长, 节间长、叶片大而薄、叶色淡, 植株不健壮, 化瓜率高, 植株早衰, 早期产量降低, 总产量也不高。

2. 高温引起减产的重要原因是影响了黄瓜光合作用与呼吸作用的正常代谢机能。当棚内温度超过黄瓜生育适温或叶片光合作用适温时,光合作用降低,呼吸强度增强,干物质积累减少。同时由于棚内气温高,使叶片温度增高,阻碍光合色素——叶绿素的形成,进而影响光合作用,降低产量。

参 考 文 献

- ① 《新蔬菜全书—黄瓜的生理基础与应用技术》(日) 1976年出版。
- ② 《植物生理学讲座》第五卷 物质交换与运输 古谷雅树 宫地重远
玖树敦彦 主编 程炳嵩译 科学技术出版社 1976年。
- ③ 《植物的光合作用》 A.A. 尼启波罗维奇 科学出版社 1958年。