

塔里木沙漠腹地日光温室温度效益*

李 涛 吴祖荣 高前兆

(中国科学院兰州沙漠研究所 兰州 730000)

摘 要 李 涛,吴祖荣,高前兆.塔里木沙漠腹地日光温室温度效益.生态农业研究,1996,4(4):38~42.

塔克拉玛干沙漠腹地日光温室在冬季未加热时,温室内气温比室外高 14°C ,地温高 15°C 以上,可确保抗寒力较强的蔬菜正常生产;苇草草帘增温 0.9°C ,中棚增温 3.7°C ;当与温室被、中棚联合使用时,可确保绝大部分蔬菜正常生产。加热可使内外温差达 30°C ,可提供如西红柿、黄瓜、辣椒等对温度要求较高的蔬菜品种获得高产所需的最佳温度环境。沙漠地区直射光可使温室内温度迅速上升达 $3.5^{\circ}\text{C}/\text{h}$,散射光也可确保温度不迅速下降。通风效率:温度上升减慢为 $0.33^{\circ}\text{C}/\text{h}\cdot\text{m}^2\sim 2.44^{\circ}\text{C}/\text{h}\cdot\text{m}^2$,温度下降增快 $3.7^{\circ}\text{C}/\text{h}\cdot\text{m}^2$ 。温室内温度不均,其规律为两端高、中间低;北面高、南面低。加热炉间距离应在25m左右,以使温室内温度分布更均匀。

关键词 沙漠 温室 温度效益

Abstract Li Tao, Wu Zurong and Gao Qianzhao (Institute of Desert Research, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000): The beneficial results of natural light greenhouse on temperature in the heartland of Takelamagan Desert, *EAR*, 1996, 4(4): 38~42.

Air temperature in the greenhouse without heating in heartland of the Takelamagan Desert is more than 14°C higher than outdoor air temperature, and soil surface temperature is more than 15°C higher. Then vegetable varieties with high cold resistance can normally grow in the greenhouse. In addition, reed straw screen can increase air temperature about 0.9°C and small plastic tunnel can add another 3.9°C temperature to the greenhouse. Therefore most vegetables can be cultivated in the greenhouse when small plastic tunnel and screen are used. When greenhouse is heated, the temperature difference between greenhouse and outdoor could reach 30°C , then the thermophilic vegetables such as tomato, cucumber and pepper can grow very well. Air temperature in the greenhouse can be raised by $3.5^{\circ}\text{C}/\text{h}$ by direct sunshine, and temperature doesn't fall quickly under cloudy conditions. Ventilation can reduce the air temperature increasing by 0.33 to $2.44^{\circ}\text{C}/\text{h}\cdot\text{m}^2$, and increase the air temperature falling by $3.7^{\circ}\text{C}/\text{h}\cdot\text{m}^2$. The distribution of temperature in the greenhouse is variable with both ends' temperature are higher than that in the central section, the north side higher than the south side. If the distance between two stoves is at 25m, the temperature in the greenhouse will be kept in homogeneity.

Key words Takelamagan Desert, Greenhouse, Effects on temperature

* 中国石油天然气总公司攻关课题。

本文于1995年7月24日收到,1996年4月30日改回。

1 自然条件

温室建于塔克拉玛干沙漠腹地纵向沙垄的垄间平地,沙层深厚(达数百米),表层沙松散,沙粒中细。日照强烈,昼夜温差大,四季温差极大,冬季温度可低至 -20°C 左右,冻土层厚度 80cm 左右。降雨极少,且集中为数次降雨过程。风速大,主风向北偏东,风沙运动剧烈,特别是春夏季风沙流活动频繁。地下水位 10m 左右,地表裸露,没有 1 株植物。

2 温室结构与光照

温室为三面夹层墙、一面坡塑料日光节能温室,高 2.4m,总建筑面积 327.12m^2 ,温室栽种区长 39m,宽 5m,利用率 64%。由于温室建筑时为了与周围景物协调,其朝向不是正南方向,而是南偏 32° ,势必影响光照效率。据 1994 年 11 月 5 日实测太阳入射角计算 11:30 之前处于半光照状态,正午 12:00 之前温室仍有近 20% 的阴影,即中午之前温室内不能充分得到光照,这不利于温室内温度的上升。

3 夏季温室温度效益

在夏季温室内外温度差异较小(见表 1),日均气温超过 25°C ,最高气温超过 35°C ,这将不利于温室内植物的生长,由于三面墙体降低空气流通性,温室内最高气温略高于室外,但月均气温稍低。受温室三面墙的影响,温室内地温比室外低 $3.6\sim 3.9^{\circ}\text{C}$ 。由此可见,温室不具备降低温度的能力,但可使地温更适合于植株生长需要。

表 1 夏季温室内外温度状况

Tab. 1 Temperature in and outside the greenhouse in Summer

地 点 Sites	月均温度($^{\circ}\text{C}$)			极端最高温度($^{\circ}\text{C}$)			极端最低温度($^{\circ}\text{C}$)			0~20cm 地温月均值		
	Mean monthly tem.			Extreme max. tem.			Extreme min. tem.			Mean mon. soil tem. of 0~20cm		
	6 月 June	7 月 July	8 月 Aug.	6 月 June	7 月 July	8 月 Aug.	6 月 June	7 月 July	8 月 Aug.	6 月 June	7 月 July	8 月 Aug.
温室内 In greenhouse	28.4	27.2	28.0	36.2	35.4	36.7	21.0	20.4	19.8	24.9	24.6	25.5
室外 Outside greenhouse	29.1	27.9	28.9	35.9	35.7	36.5	20.8	20.1	20.3	28.8	28.9	29.1

4 冬季温室温度效益

4.1 未加热时温度效益

表 2 未加热时温室温度效益

Tab. 2 Temperature in and outside the greenhouse without heating in Winter

观测时间 Time	地 点 Sites	气温($^{\circ}\text{C}$) Tem.	最高气温($^{\circ}\text{C}$) Max. tem	最低气温($^{\circ}\text{C}$) Min. tem.	0cm 地温($^{\circ}\text{C}$) Soil tem. at surface	5~20cm 地温($^{\circ}\text{C}$) Soil tem. at 5~20cm
1995 年 1 月 7~9 日 1 to 9 July, 1995	温室内 In greenhouse	0.2	21.5	-9.8	1.8	—
	室外 Outside	-13.7	-4.7	-20.8	-13.5	—
1995 年 10 月 1~17 日 1 to 17 Oct, 1995	温室内 In greenhouse	19.4	35.5	9.0	22.5	20.1
	室外 Outside	16.1	25.0	3.3	19.0	17.6

在冬季,温室具有较强的保温效果(见表 2),室外温度越低温室的保温效果越明显,深冬时,室内外平均温度差可接近 14°C 、地表温度差超过 15°C ,但此时的温度状况只适于

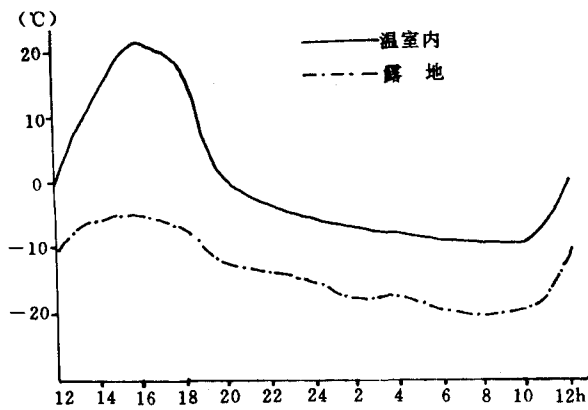


图1 温室内外气温昼夜变化(未加热,1994年1月7日)

Fig. 1 The change of daily air temperature in and outside the greenhouse without heating

芹菜、菠菜等抗寒力较强的蔬菜生长^[1],难以获得较好产量。此时温室内昼夜温度变化与室外同步(见图1),可见尽管温室具有较强的保温效果,仍受室外气温变化的影响。

4.2 加热时温度效益

温室内使用石油油井废气燃烧加热,加热时间为18:00至次日12:00。1995年12月23日实测平均气温室内比室外高近30°C(见表3),当室外低于-20°C时,室内温度仍能满足植物生长,如茄子要求最低温度>13°C^[2],绿菜花要求>16°C^[3],地温保持在根系正常生长的最适温度范围内。温室内外温度昼夜变化略有不同(见图2),室外温度回升早2h,昼夜温度差值略大于温室内。

表3 加热时温室内外气温状况

Tab. 3 Temperature in and outside the greenhouse with heating

地点	气温(°C)	最高气温(°C)	最低气温(°C)	地温(°C)	最高气温(°C)	最低气温(°C)	5~20cm地温(°C)
Sites	Tem.	Max. tem.	Min. tem.	Soil tem.	Max. soil tem.	Min. soil tem.	Soil tem. at 5~20cm
温室内 In greenhouse	19.2	33.0	14.5	23.4	45.7	12.2	19.0
室外 Outside	-10.2	0.5	-20.7	-8.8	14.2	-22.0	-6.5

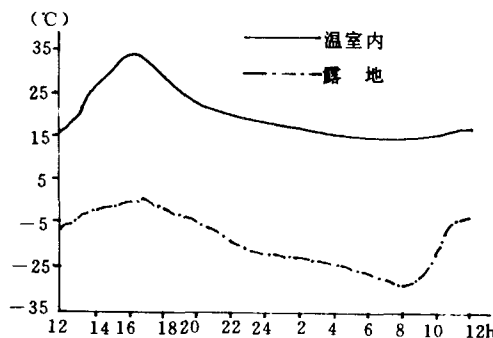


图2 温室内外气温昼夜变化

(加热,1995年12月23日)

Fig. 2 The change of air temperature in greenhouse (heating) and outdoor in Winter

4.3 平面温度

根据1995年12月23~24日(晴天)每小时1次的实测数据,经计算作图(见图3)。温室内距地50cm高处的同一平面温度差值可达5°C左右。由于西门打开通风,西端比东端低1°C左右,低温区东移,南面温度明显低于北面。

4.4 垂直温度

温室内随高度的增加温度增高(见图4),并呈规律性分布,北墙温度增高明显快于南端靠棚膜区。

4.5 盖草帘与中棚的温度效益

该温室目前所使用的是芦苇草帘,其

效果较差,可使气温、地温增高 0.9°C , 他们的昼夜变化后滞于温室外气温变化约 $1/2\text{h}$, 变幅度稍有缩小。在温室内使用中棚可使气温增高约 3.7°C , 地温增高约 3.2°C , 他们的昼夜变化与温室温度的昼夜变化同步。

4.6 温室内纵向温度变化

距北墙 1m 处东西端温度高于中间(见图 5), 这说

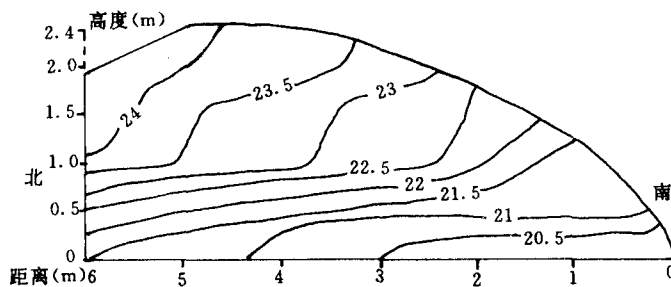


图 4 温室内垂直向气温等值图(1995 年 12 月 23 日)

Fig. 4 The isogram of air temperature at vertical section inside the greenhouse

而东端未受光照, 温度上升 $2.8^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 。尽管揭帘时西端温度低于东端 0.4°C , 但 $13:00$ 却高 1.7°C ; 浮尘阴天时, 温度下降, 西端温度下降幅度小于东端 2.2°C 。

4.8 通风对温度的影响

$14:00$ 开始打开西端门通风, 通风口面积为 0.9m^2 。西端温度上升速度逐

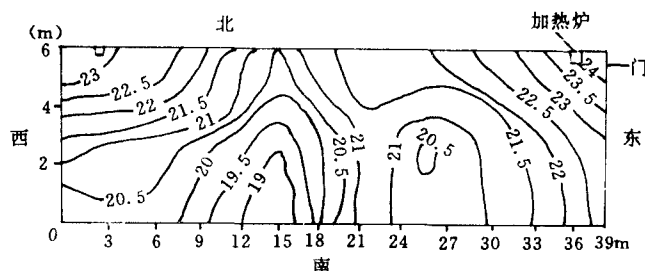


图 3 温室内距地 50cm 高处气温等值图(1995 年 12 月 23 日)

Fig. 3 The isogram of air temperature at 50cm height inside the greenhouse

明两加热炉的距离太大, 而出现低温区。据图 5 所示, 加热炉间距由 33m 缩小至 25m 左右较为适宜。

4.7 日照的增温效益

当温室在 $11:00$ 揭去芦苇草帘后, 由于天气状况不同温度变化明显不同(见表 4)。晴天时温度上升, 西端在揭帘后即受光照, 温度上升 $3.5^{\circ}\text{C}/\text{h}$,

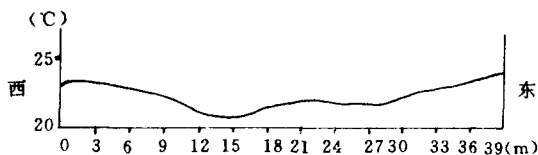


图 5 温室北面气温东西向变化(1995 年 12 月 24 日)

Fig. 5 The change of temperature from east to west at the north section of the greenhouse

表 4 温室揭草帘后气温变化*

Tab. 4 The change of air temperature in greenhouse after removing the reed straw screen

时 间 Time	11:00		12:00		13:00	
	西端($^{\circ}\text{C}$) At west end	东端($^{\circ}\text{C}$) At east end	西端($^{\circ}\text{C}$) At west end	东端($^{\circ}\text{C}$) At east end	西端($^{\circ}\text{C}$) At west end	东端($^{\circ}\text{C}$) At east end
12 月 23 日 23 Dec.	18.8	19.2	21.5	21.2	26.5	24.8
1 月 7 日 7 Jan.	21.8	22.4	20.2	19.8	21.6	20.0

* 12 月 23 日为晴天, 1 月 7 日为浮尘阴天。

步变慢(见图 6), 14:00~15:00 上升 3.5℃, 15:00~16:00 上升 0.5℃, 同时, 东端分别上升 3.8℃和 2.7℃, 16:00 以后由于光照减弱, 温度开始下降西端温度迅速下降为 4.5℃/h, 东端温度下降仅 0.8℃/h。故在沙漠腹地通风效率为: 温度上升减慢至 $0.33^{\circ}\text{C}/\text{h} \cdot \text{m}^2 \sim 2.44^{\circ}\text{C}/\text{h} \cdot \text{m}^2$, 温度下降增快 $3.7^{\circ}\text{C}/\text{h} \cdot \text{m}^2$ 。

5 结 论

晴天时, 直射光可比散射光使温室温度多上升 $0.7^{\circ}\text{C}/\text{h}$; 阴天时, 有散射光处可确保温度不下降, 而阴影处温度明显下降。温室修建时应将其建为正座北朝南方向, 确保温室内任何时候受光一致, 且为最大受光率, 从而达到最佳的温室温度效益; 该温室内夏季温度偏高, 其降温效果不明显, 温室的结构有待于改善, 以便更适合沙漠地区的环境特征; 在冬秋季, 温室的温度处于蔬菜最适生长范围, 能获得较高产量。深冬季, 加热才能满足蔬菜生产对温度的要求。加热效果明显, 可保证西红柿、黄瓜、辣椒等蔬菜获得高产; 盖草帘、使用中棚可提高温度, 但芦苇草帘增温不明显。如果改用温室被(棉被)可使温度增高 3℃以上, 温室被、中棚联合使用可确保蔬菜深冬正常生产; 温室内温度分布具明显的规律: 两端高、中间低, 北面高、南面低。改善温室结构、缩短加热炉间的距离, 温度分布会更均匀、差值更小, 将有利于植株生长及产品品质的一致; 由于沙漠地区太阳辐射强烈, 可明显提高温室内气温及地温, 气温增加可达 $3.5^{\circ}\text{C}/\text{h}$, 冬季温室内外温差可达 $14\sim 30^{\circ}\text{C}$ 。充分利用这一有利资源大力发展沙漠地区设施园艺生产, 可达到充分利用光能, 最小限度地利用水资源, 最大限度效益的目的; 通风具有明显的降温效果, 在沙漠地区的特定环境条件下, 通风降温效率为: 温度上升减慢为 $0.33\sim 2.44^{\circ}\text{C}/\text{h} \cdot \text{m}^2$, 温度下降增快 $3.7^{\circ}\text{C}/\text{h} \cdot \text{m}^2$ 。因此, 特别注意选择通风时间及通风口的大小。

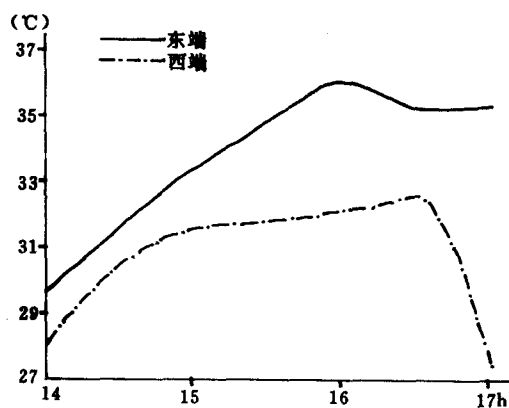


图 6 温室通风对气温的影响(1995 年 12 月 24 日)*

Fig. 6 The effects of greenhouse ventilation on air temperature

* 图中所示垂直切面位于温室的正中。

参 考 文 献

- 1 张真和. 棚室蔬菜生产配套技术集锦, 北京: 农业出版社, 1990.
- 2 戚秀英. 武威市日光温室茄子栽培技术. 甘肃农业科技, 1995. (12): 12.
- 3 张世田等. 绿菜花日光温室越冬栽培技术. 农业科技通讯, 1995. (12): 15.