

冬季塑料大棚多重覆盖及电加热增温效果研究

李萍萍, 胡永光

(江苏大学农业装备工程学院)

摘要: 对普通塑料大棚内加设中棚、小棚,再覆盖无纺布被、地膜以及用电热线加热等不同处理,沉淀了棚内冬季的温度动态变化规律。结果表明,每增加一层覆盖物,都可以提高夜间温度 1~2℃,且保温效果具有累加效应,晴天白天棚内升温加快。在小棚内使用空气加热线的增温效果比单纯覆盖措施效果好。采用大棚内多层覆盖,再辅之以电热线加温,长江流域地区冬天塑料大棚内可栽培番茄等喜温作物。

关键词: 塑料大棚; 多层覆盖; 温度

中图分类号: S16214⁺ 1

文献标识码: A

文章编号: 100226819(2002)0220076204

我国塑料大中棚面积为 46 万 hm²^[1,2],在蔬菜作物的春提早和秋延后栽培中发挥了积极作用。但是塑料大棚由于夜间保温效果远远不及北方日光温室,所以长期以来在江南一带冬季只能种植喜凉作物,或通过小拱棚覆盖等措施进行茄果类作物的育苗,导致目前冬季喜温果菜由华南北运江苏的局面。为了经济有效地解决棚内极端低温问题,使塑料大棚在冬季能够种植喜温蔬菜,作者采用了大棚多层覆盖,并辅之以电热线加热的方法,进行了番茄越冬栽培的试验研究,取得了良好效果。

1 试验材料和方法

本试验于 1999 年冬季和 2000 年冬季在江苏大学设施农业工程试验场的钢管大棚内进行。

大棚宽度为 5 m,肩高和脊高分别为 1 m 和 2.14 m,长度为 35 m,东西走向。其中西半边不盖中棚(简称大棚),东半边盖中棚,宽度为 4 m,肩高和脊高分别为 0.17 m 和 1.19 m,内设 3 条基质栽培槽。1999 年设置 7 个处理,2000 年设置 10 个处理(见表 1),各种覆盖处理之间用塑料薄膜隔开,以室外气温作为对照。以 50 g/m² 的无纺布为保温被,空气加热线均匀布于栽培槽内基质表面,功率为每槽 1 kW。此外,还在单层大棚内设置了覆盖普通地膜对基质温度影响的试验。

温度测定: 1999 年将温度传感器分别挂在大棚、中棚的中间位置和室外通风处,传感器与工业控制计算机相连接,每隔半小时自动测定温度。2000 年采用便携式数字温度计,以热敏元件为传感器,每

一测点的时间滞后 1~115 min。每隔 1 h 测定外界及棚内各点的温度,测定部位设在地表上部 30 cm 处。基质温度由玻璃棒状温度表测定。

表 1 试验处理设置

Table 1 Experiment treatments

处理号	处理方法
1	大棚
2	大棚+小棚
3	大棚+小棚+无纺布
4	大棚+小棚+电加温 ³
5	大棚+小棚+无纺布+电加温 ³
6	大棚+中棚
7	大棚+中棚+小棚
8	大棚+中棚+小棚+无纺布
9	大棚+中棚+小棚+电加温
10	大棚+中棚+小棚+无纺布+电加温
0(CK)	室外

注:带“3”的仅为 2000 年设置的试验

作物栽培管理: 采用霞粉 5 号番茄品种。番茄于 10 月 7 日播种,11 月 7 日移栽。番茄生长期间不定期浇营养液。

2 试验结果

2.1 不同处理下夜间保温和加热效果分析

2.1.1 不同天气条件下各处理的温度状况

图 1 是两年中两个基本相同天气下的不同处理温度测定结果。从图中可见,两年间不同处理间的温度差异趋势及相同处理的保温效果基本一致,重复性很好,所以以下均采用 2000 年的试验数据进行分析。不同处理在晴天条件下,从下午 5 点到上午 10 点的温度测定结果示于图 2 和 3。

收稿日期: 2001208206 修订日期: 2001212210

基金项目: 江苏省应用基金项目(BJ98010)

作者简介: 李萍萍, 教授, 博士生导师, 女, (1956-), 镇江 江苏大学农业装备工程研究院, 212013

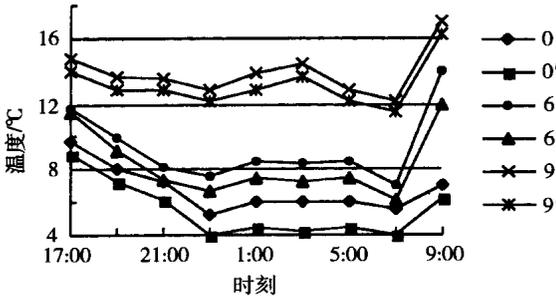


图 1 不同试验时间各处理晴天夜间的温度变化规律 (带“'”写的为 1999 年 1 月 5~ 6 日, 其余为 2000 年 12 月 22~ 23, 编号意义见表 1 下同)

Fig 1 Temperature variation under different treatments at clear night

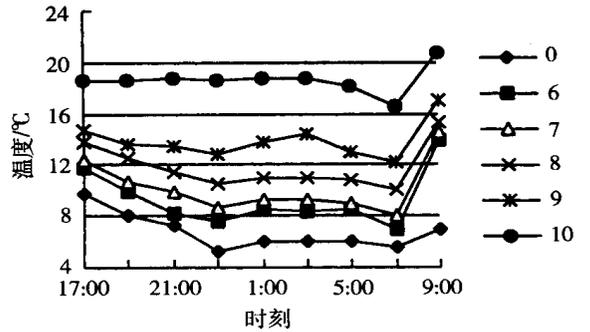


图 3 晴天夜间中棚内温度变化(12 月 22 日)

Fig 3 Temperature in inner plastic greenhouse at clear night

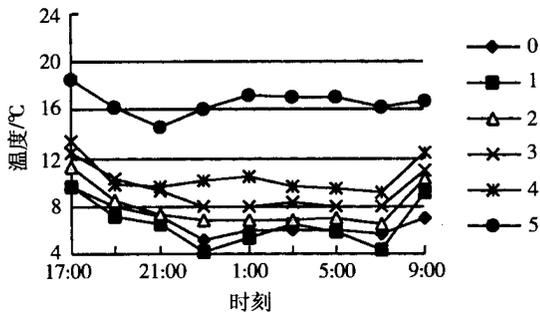


图 2 晴天夜间大棚内温度变化(12 月 22 日)

Fig 2 Temperature in plastic greenhouse at clear night

由图 2、3 可知, 只有覆盖、不进行电加热的 6 个处理, 温度的变化趋势和棚外一致。总的来说, 从下午 5 时起, 随着露地气温的下降, 棚内的温度也下降。其中上半夜的温度下降较快, 从下半夜起下降较慢, 在早晨 7 时日出前有个小低谷。8 时以后, 温度开始上升。无论是增加小棚、中棚或覆盖无纺布, 每增加一层覆盖, 都具有累加的保温和增温效果, 但是, 各种覆盖措施的效果并不是等同的。电热线加热的气温大大高于单纯覆盖处理, 尤其是覆盖无纺布后电热线加热的效果更好。

2.1.2 夜间各种覆盖处理的保温和增温效果

根据在不同天气下的测定数据, 得到各处理夜间平均温度和最低温度(表 2)。

表 2 不同天气条件下各种处理夜间(17:00~ 7:00)平均温度和最低温度

Table 2 Average and minimum temperatures of each treatment at night under different weather condition

处理	0(CK)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
晴天	平均	712	612	712	819	1011	1616	717	917	1114	1315	1912
	最低	512	412	514	714	1215	1718	710	811	913	1513	1616
多云	平均	610	613	715	912	1119	1715	912	1010	1116	1216	1817
	最低	415	415	610	717	1413	2012	719	818	916	1510	1714
阴雨	平均	615	812	910	1013	1212	1619	918	1013	1118	1318	1815
	最低	416	618	718	912	1414	1913	711	812	913	1610	1710
平均温比 CK 提高	013	114	219	418	1015	214	315	512	618	1213		

从表 2 可知:

单层塑料大棚的保温效果很有限, 阴雨天最多只有 117, 并且在晴天有微风的夜间, 会出现轻微的逆温现象, 这与他人及作者以往的研究结果一致^[3,4]。原因可能是由于晴天强烈的地面辐射冷却使近地面的气温下降, 外界气温由于可得到随着空气流动而带来的上层较暖空气的补充, 而大棚内受薄膜阻隔, 无法接受外界空气的补充, 因此导致棚内外的逆温现象。

多层覆盖后保温效果增加, 不再出现逆温现

象。从不同覆盖处理看, 单层大棚内覆盖小拱棚后的增温效果(处理 2 与处理 1 比)平均为 110, 中棚内覆盖小拱棚的增温效果(处理 7 与处理 6 比)平均为 111。覆盖中棚后的处理 6 比处理 1 温度提高 210, 处理 7 比处理 2 增温 211。覆盖无纺布的增温效果无论是在大棚内还是在中棚内, 平均都为 115。从上述 3 种保温效果来看, 覆盖中棚 > 无纺布 > 小棚, 差异幅度都在 015 左右。

2.1.3 电加热的效果

从图 2 和 3 中可见, 在进行电热线加热条件下,

温度的变化不完全随着露地气温的变化而变化。从表2的数据可见,电热线加热效果比各种保温覆盖效果好得多,其中小棚外覆盖无纺布再进行电加热的处理比外界气温升高10以上。在没有无纺布覆盖条件下,电热线的增温效果(处理4与处理2比,处理9与处理7比)在313~315之间,而用无纺布覆盖时,电热线的加热效果(处理5与处理3比,处理10与处理8比)达到711~715,说明用无纺布作保温覆盖使电热线加热的效果大大提高。

根据两年的试验结果,得到塑料大棚在各种覆盖及电加热条件下夜间增温和保温效果,由此可估算出不同覆盖或电加热条件下作物周围空间的环境温度;也可以根据预先设定的加温值,结合加热保温成本选择不同的覆盖或加热方式,达到经济有效的目的。

2.2 不同处理条件下白天升温 and 保温效果比较

晴天和多云天条件下,日出后,外界气温升高,棚内各处理的温度升高非常快,10:00时外界气温仅为10左右时,大棚内各处理的温度已达16以上,而中棚内各处理的温度则达到20以上,其中以大棚加中棚两层覆盖的温度上升最快,因此,在晴天,电热线加热的效果显得相对较小。

在阴雨天,尽管棚内的温度也随着气温的升高而升高,但是变化幅度较小。当10:00时外界气温接近8时,大棚内不加热的各处理温度仅为11,而中棚内各处理的温度也仅为12。所以,阴雨天,电加热的效果很明显,与夜间保温有相同的趋势。

2.3 地膜覆盖的保温效果

图4是普通地膜覆盖处理与对照不覆地膜在地表、地表下5cm和10cm处基质温度的比较。从地表的基质温度变化来看,地膜覆盖下白天10:00~16:00平均温度比对照高5,夜间具有一定保温

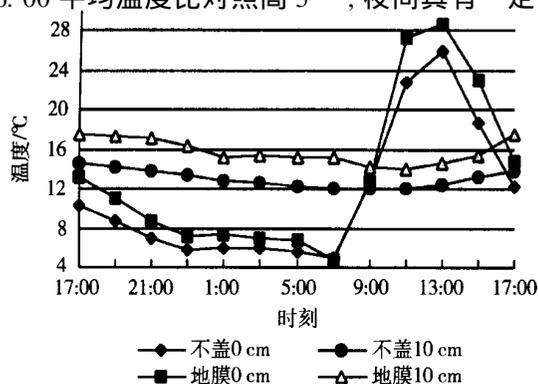


图4 地膜覆盖下基质增温效果

Fig. 4 Temperature increase of substrate under plastic mulch

效果,昼夜平均温度比对照高213。在5cm和10cm深处,地膜的平均温度分别比对照高219和216。

3 讨论

3.1.1 大棚内多层覆盖的可行性和操作技术

塑料大棚内套中棚和小棚,外加无纺布覆盖和地膜覆盖,可以使夜间气温提高6以上,比单层大棚的保温效果显著改善。而且多层覆盖后基质温度也相应提高,特别是加上基质表层铺设地膜后,可使基质温度升高3左右,对于营造喜温作物的越冬环境很有利。大棚内加设中棚,不影响作物牵引、搭架和农事操作。从经济上来说,由于有外棚作支撑,可以不考虑抗风和抗雪等指标,所以结构较简单、省材料、成本低廉。加盖小拱棚,只适合在作物需要牵引以前的苗期使用。为了使小拱棚能支撑更长的时间,作者将拱型小棚改成矩形小棚,使小棚的空间增加,可将小棚覆盖时间延长1个月以上。但是多层覆盖后,光照强度降低。采用光合作用有效辐射仪测定,单层大棚内的光照度平均为自然光照度的74.17%,中棚和小棚虽受灰尘污染少,透光率达78%左右,但棚内平均光照度分别只有自然光照度的58.15%和45.19%,上午湿度高、水汽大时光强更低。为防止光照不足和湿度过高,白天需要及时揭膜。

3.1.2 电热线的加热效果

大棚多层覆盖的保温效果尚有局限,遇到0以下的低温,喜温作物仍有受冻害的可能,因此必须有主动加温的措施相配合。用电热线加热是一种比较简易而节省成本的加热方法。尤其是大棚内套小棚后,加热空间小,加上无纺布被覆盖后热量不易散失,加热效果比单纯覆盖明显提高。每槽用1kW空气加热线(即30m的标准棚用3kW加热线),可以净增温6.18以上。同时空气加热后,使基质的温度也得到了明显的提高^[5],因此有利于作物地上部和地下部的协调生长。电热线一次性购买成本不高,且可多次使用,但在加热过程中毕竟需要消耗一定能量从而增加成本,所以如何进行冬季温度合理调控,做到既增产又节省成本,是栽培管理的重要环节。

3.1.3 大棚内多层覆盖及电热线加热条件下温度合理调控

塑料大棚作为一种季节性的设施,在极端天气(寒流、阴雨雪等)的白天或夜间宜采用作物生长的临界温度进行管理,有利于节约成本。从本试验对美国大红果和霞粉番茄的生长观察,番茄生长能耐昼夜为8~5的低温,因此可作为临界指标。多

层覆盖大棚的温度调控主要是协调光照、温度与湿度的矛盾。晴天条件下,上午 8:00 左右,当中、小棚内的平均温度达 8℃ 左右时,即需将保温被揭去。9:00 左右,中棚内的温度达到 10℃ 以上,可将小棚膜揭去。温度达 15℃ 左右时,将东面的中棚膜揭去,以增强太阳辐射量。当温度达 20℃ 以上时,宜将大棚两头的门打开,温度继续升高到 25℃ 以上时,将两侧膜部分卷起,以利于通风散湿。雨雪天,白天光照和温度都不足,只需揭去无纺布,按照昼 8 h 夜 8 h 的设置,启动电加热,用自动控温仪进行控制。夜间温度的调控,要与白天相适应。当白天平均温度在 20℃ 以上时,为促进光合产物的输送,夜间最低温宜在 10℃。白天温度低时,夜间温度可相应降低。根据天气预报和大棚在各种覆盖及电加热条件下的夜间增温和保温效果,确定夜间覆盖的方式及是否起

动电加热。

[参 考 文 献]

- [1] 段武德. 发展设施农业加强宏观管理[C]. 发展中的中国工厂化农业, 北京出版社, 2000: 17~ 21.
- [2] 张志斌. 关于我国设施蔬菜生产可持续发展的探讨[J]. 沈阳农业大学学报, 2000, 31(1): 15~ 17.
- [3] 寿森炎等. 南方大棚设施内若干环境因子变化的研究[C]. 曾广文主编. 现代蔬菜科学论文集. 上海科学技术出版社, 1998, 192~ 195.
- [4] 北京农业大学主编. 蔬菜栽培学——保护地栽培[M]. 第二版. 农业出版社, 1993: 80~ 96.
- [5] 李萍萍, 胡永光, 徐晓东等. 大棚覆盖和电热加温条件下的冬春季温度变化规律[J]. 江苏理工大学学报, 2000, 21(6): 31~ 34.

Thermal Preservation Effect of Multi-Film Covering and Heating Wire in Plastic Greenhouses in Winter

Li Pingping, Hu Yongguang

(College of Mechanical Engineering, Jiangsu University, Zhenjiang 212013, China)

Abstract: Tests were conducted on temperature variation pattern in winter in the standard plastic greenhouse under different treatment using inner plastic greenhouse, tunnel, heat preservation covering material, plastic mulch and heating wire. The experiment results showed that by adding each covering, air temperature could increase 1~ 2℃ at night and this effect more obvious during daytime. Using heating wire in the tunnel, the heating effect is better than that of covering. With multi-film covering and by using heating wire when needed is an effective way to grow tomato and other thermophile vegetables during whole winter.

Key words: plastic greenhouses; multi-film covering; temperature