

塑料大棚水幕保温效果试验

孔 云¹, 陈青云²

(1. 北京农学院园艺系, 北京 102206; 2. 中国农业大学园艺学院, 北京 100094)

摘 要: 试验研究了水幕(将地下水喷洒在园艺设施透明覆盖物上形成的流动水膜)在单栋三层覆盖塑料大棚上的保温效果。结果表明: 与对照大棚相比, 增加水幕后, 大棚内日均气温和地温提高了 2.3℃和 1.4℃; 最低气温和地温提高了 2.9℃和 1.8℃; 5℃以上持续时间延长了 4.8 h(小时)和 6.5 h(小时); 棚内油菜生长加快。

关键词: 塑料大棚; 水幕; 保温效果

中图分类号: S625.2 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-0009(2003)02-0018-02

在 20 世纪 90 年代引进国外园艺设施的高潮中, 一些多重覆盖无加温塑料大棚开始在中国“安家落户”, 较一般单层薄膜覆盖大棚而言, 多重覆盖塑料保温性能较好, 延长了大棚园艺作物春早熟和秋延后栽培的时间, 但其在“三北地区”冬季大多仍然闲置不用, 考虑到多重覆盖塑料大棚造价较高, 如果能探索一些行之有效的防寒保温措施, 充分延长其使用时间, 进行周年生产, 势必会提高经济效益。

水幕保温是将地下水喷洒在园艺设施透明覆盖物上, 利用这层流动的水膜进行冬季保温的方法。这种保温方法在韩国和日本大型连栋塑料温室冬季生产中已有较大面积的应用, 其中日本水幕保温温室到 1988 年已有 1 000 多栋, 面积达 40 hm²(公顷), 主要集中在日本中部用于蔬菜花卉的种植。韩国水幕保温温室在 1996 年已发展到 2 120 hm²(公顷), 主要用于冬季生产耐寒蔬菜和节省喜温果菜的加温费用^[1~6]。在北京气候条件下, 单栋多重覆盖塑料大棚采用水幕冬季保温效果如何, 国内外尚未有相关报道。

1 材料与方法

1.1 试验场所

试验在中国农业大学科学园内中韩合作修建的单栋三层覆盖塑料大棚内进行。该大棚南北纵向延长, 长度 48 m(米), 跨度 7 m(米), 脊高为 3.9 m(米), 檐高为 2 m(米)。由外到内共三层骨架和薄膜覆盖(如图), 间距 30 cm(厘米), 外面两层薄膜在大棚顶部固定覆盖, 仅两侧可卷起通风, 最内层薄膜为活动保温幕, 每天下午 16:00 放下, 次日早上 8:30 卷起。覆盖材料最外层为 EVA 膜(厚度 0.1 mm(毫米)), 里面两层为 PE 膜(厚度 0.07 mm(毫米))。东西两侧窗通风面积为

0.7 m(米)×48 m(米)。

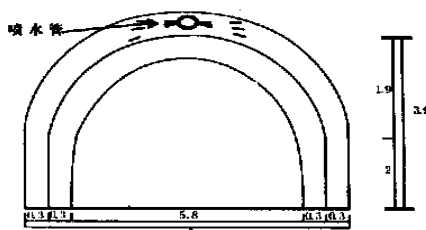


图 1 单栋三层覆盖塑料大棚剖面图(单位 m)

1.2 试验方法

将塑料大棚用两层薄膜从中间分割成南北两个小棚。其中一个为水幕大棚, 另一个为对照大棚。用于水幕保温的喷水管位于水幕大棚最外层两层薄膜间。每天下午 16:30 开始喷水, 次日早上 8:00 关闭。

1.2.1 温度状况调查: 1997 年 12 月 29 日~1998 年 1 月 22 日, 采用热电偶温度自记仪, 间隔 1 h(小时)连续测量水幕大棚、对照大棚和棚外 150 cm(厘米)气温、10 cm(厘米)地温, 每日记录喷水口水温、喷水量。

表 1 水幕大棚与对照大棚平均温度的比较

(1997.12.29~1998.1.22, 水流量 0.004~0.016 m³·h⁻¹·m⁻²) 单位/℃

		日均温		昼均温		夜均温	
		气温	地温	气温	地温	气温	地温
水幕大棚	最小值	3.3	5.6	3.4	5.3	2.4	5.8
	最大值	8.0	9.0	11.8	8.7	6.6	9.3
	平均值	5.9	7.6	7.8	7.6	4.5	7.5
对照大棚	最小值	0.6	4.2	1.6	4.1	-1.2	4.3
	最大值	6.0	8.0	10.4	7.7	4.3	8.3
	平均值	3.6	6.2	6.0	5.9	1.9	6.2
棚外	最小值	-10.6	-1.8	-9.7	-1.8	-11.2	-2.4
	最大值	1.5	0.1	4.3	0.2	1.2	0.5
	平均值	-3.2	-0.5	-2.2	-0.7	-4.0	-0.5

1.2.2 油菜生长调查: 1997 年 12 月 29 日, 水幕大棚和对照大棚移入同样苗龄的油菜苗, 两天后观察缓苗情况, 1998 年 1 月 9 日和 1 月 16 日先后两次在水幕大棚和对照大棚随机抽取 10 株油菜, 对比调查两大棚油菜的株高、叶片数、鲜重、干重。

2 结果与分析



第一作者简介: 孔云, 1973 年生于湖北省松滋市, 1995 年毕业于华中农业大学园艺系, 获农学(果树专业)学士学位, 1999 年毕业于中国农业大学园艺学院设施园艺工程研究所, 获工学(温室环境调控方向)硕士学位。现任教于北京农业学院园艺系。

收稿日期: 2002-10-04

2.1 水幕对多重覆盖塑料大棚温度环境的影响

2.1.1 平均温度 如表 1, 先看气温, 水幕开启后(水流量 0.004~0.016 m³h⁻¹m⁻²), 当棚外日均温为-10.6℃~1.5℃时, 与棚外和对照大棚相比, 水幕大棚日均气温分别提高了 6.3℃~14.5℃、1.3℃~3.5℃。平均起来, 水幕大棚内外温差 9.1℃, 水幕大棚与对照大棚的温度差 2.3℃, 前者是后者的将近 4 倍, 可见三层薄膜覆盖的保温效果已经较好, 水幕的开启使其保温效果进一步得到提高。将一天分为白天和夜晚, 白天, 当棚外昼均气温为-9.7℃~4.3℃时, 与棚外和对照大棚相比, 水幕大棚昼均气温分别提高了 5.5℃~15.6℃、0.5℃~3.5℃。夜晚, 当棚外夜均温为-11.2℃~1.2℃时, 与棚外和对照大棚相比, 水幕大棚夜均气温分别提高了 5.0℃~13.7℃、1.6℃~3.9℃。平均起来, 水幕大棚内外昼均气温差为 10.0℃, 内外夜均气温差为 8.5℃; 水幕大棚与对照大棚的昼均气温差为 1.8℃, 夜均气温差为 2.6℃。不难发现, 水幕大棚与对照大棚的夜均气温差的平均值大于昼均气温差的平均值。这是由于水幕仅在夜晚开启, 而在白天关闭造成的。再看地温, 水幕每晚开启后, 当棚外日均地温为-1.8℃~0.1℃时, 与棚外和对照大棚相比, 水幕大棚日均地温分别提高了 6.0℃~9.5℃、0.8℃~2.2℃, 昼均地温分别提高了 5.9℃~9.8℃、1.0℃~2.5℃, 夜均地温分别提高了 6.0℃~9.5℃、0.3℃~2.0℃。不难发现, 与气温不一样, 水幕大棚与对照大棚的夜均地温差并不大于昼均地温差, 这是由于地温在时间上滞后于气温造成的, 即夜晚由水幕导致的水幕大棚与对照大棚的地温差能够延续到白天。

表 2 水幕大棚与对照大棚最高温和最低温的比较
(1997.12.29~1998.1.22 水流量 0.004~0.016 m³h⁻¹m⁻²) 单位/℃

		最高温		最低温	
		气温	地温	气温	地温
水幕大棚	最小值	4.0	6.0	0.8	3.2
	最大值	18.0	13.1	6.0	7.1
	平均值	11.9	9.9	3.8	5.9
对照大棚	最小值	2.4	4.9	-2.0	1.9
	最大值	17.3	11.7	3.0	5.7
	平均值	10.5	8.4	0.9	4.1
棚外	最小值	-7.8	-0.2	-12.9	-3.3
	最大值	8.0	2.7	-1.0	0.2
	平均值	0.3	0.8	-6.4	-1.6

2.1.2 最高温和最低温 如表 2 可看出, 不论是最低温度, 还是最高温度, 水幕大棚均高于对照大棚和棚外。水幕大棚最低气温和地温为 3.8℃和 5.9℃, 比对照大棚高出 2.9℃和 1.8℃, 比棚外高出 10.2℃和 7.5℃; 水幕大棚的最高气温和地温为 11.9℃和 9.9℃, 比对照大棚高出 1.4℃和 1.5℃, 比棚外高出 11.6℃和 9.1℃。不难发现, 水幕大棚最低气温的增加值大于

表 3 水幕大棚与对照大棚温度持续时间比较
(1997.12.29~1998.1.22 水流量 0.004~0.016 m³h⁻¹m⁻²)

	日均>5℃持续时间/h		日均<0℃持续时间/h	
	气温	地温	气温	地温
水幕大棚	10.5	24	0	0
对照大棚	5.7	17.5	2.2	0
棚外	0.7	0	19.5	17.2

最低地温的增加值; 最低气温的增加值大于最高气温。这说明夜间气温的增温效果大于地温, 空气夜间的增温效果大于白天。

2.1.3 温度持续时间 从表 3 可以看出, 气温平均每天大于 5℃的持续时间, 棚外不到 1h(小时), 对照大棚比棚外延长了 5h(小时), 水幕大棚比对照大棚又延长了将近 5h(小时)。棚外气温平均每天有大部分时间处于冰点以下, 对照大棚仅有 2h(小时), 而水幕大棚则始终处于冰点以上。再看地温, 棚外地温平均每天约有 2/3 的时间处于 0℃以下, 对照大棚地温约有 2/3 的时间处于 5℃以上, 而水幕大棚则全天处于 5℃以上, 平均每天比对照大棚延长了将近 7h(小时)。因此水幕开启后, 使三层膜覆盖大棚低温障害持续时间减少。

2.2 水幕对棚内作物生长的影响

水幕开启 3d(天)后, 观察比较水幕大棚与对照大棚的油菜缓苗状况, 可以发现水幕大棚叶片挺拔, 而对照大棚叶片仍处于半萎蔫状态。并分别在元月 9 日和 16 日先后两次调查水幕大棚与对照大棚油菜的生长状况, 经成对比较, 如表 3—1—4 可见, 前后两次调查中, 无论是叶片数、株高, 还是鲜重、干重, 都是水幕大棚大于对照大棚。这种差异显然是由于水幕大棚与对照大棚的温度差异造成的。

表 4 水幕大棚与对照大棚内小油菜长势的比较

	平均单株 株高/cm	平均单株 叶片数/片	平均单株 鲜重/g	平均单株 干重/g
1月9日 水幕大棚	8.41	5.90	3.03	0.25
对照大棚	6.34	4.40	1.22	0.13
1月16日 水幕大棚	12.32	7.80	12.05	0.88
对照大棚	8.09	5.20	3.15	0.28

3 结论与讨论

水幕应用于多重覆盖塑料大棚冬季保温具有一定的效果。当北京 12 月~1 月室外日均气温为-10.6~1.5℃时, 在长 48m(米), 跨 7m(米), 脊高 3.9m(米)的单栋三层覆盖塑料大棚中采用水幕(平均地下水温 13℃, 平均水流量 0.0085 m³h⁻¹m⁻²)保温后, 日均 150cm(厘米)气温和 10cm(厘米)地温达到 5.9℃和 7.6℃, 比对照大棚高出 2.3℃和 1.4℃, 比棚外高出 9.1℃和 8.1℃; 最低气温和地温达到 3.8℃和 5.9℃, 比对照大棚高出 2.9℃和 1.8℃, 比棚外高出 10.2℃和 7.5℃; 平均每天气温和地温 5℃以上持续时间为 10.5h(小时)和 24h(小时), 比对照大棚延长了 4.8h(小时)和 6.5h(小时), 比棚外延长了 9.8h(小时)和 24h(小时)。棚内油菜生长较快, 平均单株株高、叶片数、鲜重、干重均高于对照。

但是水幕保温用水量较大, 这在地下水匮乏地区会受到限制。能否采用循环装置来节水, 或采用低温地热水或工业废水来代替地下水, 这些还需今后进一步试验。

参考文献

[1] 崔永模. 塑料大棚技术管理[M]. 北京: 中国农大继续教育学院, 1996: 18~19.

[2] 小仓佑幸. 井水散水一重二重ハウスの保温性[J]. 农业设施, 1983, 14(3): 10~15.

[3] 小仓佑幸. 井水散水一重三层ハウスの保温机构[J]. 农业设施, 1983, 14(1): 16~20.

[4] 小仓佑幸. 河又好虎. 二重屋根ハウスの井水散水による加温性[J]. 农业设施, 1982, 12(2): 24~27.

[5] 小仓佑幸. 井水散水ハウスの散水量、散水温度に関する研究[J]. 生物环境调节, 1984, 22: 1~6.

[6] 小仓佑幸. 藤重宣昭等. ウォーターカーテソハス设备の改良[J]. 农业设施, 1991, 7: 5~8.