

“环照”光合膜在日光温室上的应用研究

张肖凌¹, 王致和¹, 魏玉杰¹, 李润喜¹, 马国江², 赵永平¹

(1. 甘肃省农垦农业研究院, 甘肃 武威 733006; 2. 武威市农业科学研究院, 甘肃 武威 733000)

摘要:以“环照”光合膜为试材,以 EVA 膜为对照,采用对比试验,研究了“环照”光合膜对日光温室内的气候及其栽培作物生长发育、产量和品质等的影响。结果表明:新型农用棚“环照”光合膜能够提高日光温室扣棚后的前期气温 0.6~1.2℃,使 25 cm 土层内的温度提高 0.4~0.7℃,对辣椒、番茄、油麦菜、西瓜、甜瓜的生长发育有显著的促进作用,可提高辣椒产量 20.3%、番茄产量 16.30%、油麦菜产量 36.8%、甜瓜产量 13.8%和西瓜产量 12.1%,显著提高菜农的经济效益。同时,使番茄可溶性固形物含量提高了 5.8%,甜瓜和西瓜的可溶性固形物含量提高了 7.6%和 3.3%,改善农作物品质;并且使一些昆虫产生了趋避,进入温棚内的昆虫数量减少了 18.5%。在日光温室的生产中具有较好的推广价值。

关键词:光合膜;日光温室;EVA 膜

中图分类号:S 626.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)21-0064-04

“环照”光合膜是由甘肃祥业农业投资开发有限公司引进日本东京理科大学开发的新型农用棚膜技术生产的薄膜,呈粉红色,具有过滤有害紫外线、增加红光区投射的光能量,提高作物可吸收的能量,促进作物生长发育,从而实现提高设施作物产量,提高产品品质的目的。经甘肃省农垦农业研究院 2011~2012 年试验结果初步表明,“环照”光合膜相对于普通棚膜(EVA 膜),一是有利于提高温室内的气温和土壤温度,可提高气温 0.5~2.5℃,提高土壤表层温度 1.0~2.0℃;二是有利于提高温室蔬菜作物的产量和品质,使越冬茬番茄、辣椒、茄子和芹菜的产量较普通棚膜(EVA 膜)增产 10%以上,并使甜瓜及番茄的可溶性固形物含量相对提高 5%以上;三是可促进温室蔬菜作物的提早成熟,可使番茄及甜瓜成熟期提前 3~5 d。课题组继续于 2012~2013 年进行大面积试验示范工作,研究“环照”光合膜对蔬菜的生育时期、采收上市时期、农艺性状和产量品质因子的影响,以期建立“环照”光合膜使用技术体系,为推广使用“环照”光合膜提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验设在武威市中坝镇花寨农业科技示范园,地处河西走廊东端,属温带大陆性干旱气候,地势平坦,

气候干燥,平均海拔 1 740 m,经多年气象数据统计,年均蒸发量为 2 114 mm,年均气温为 7.10℃,年均日照时数 3 060 h,≥10℃的有效积温 2 955.2℃,全年无霜期 157 d,1 月最低气温-23.9℃,7 月最高气温 35.2℃。示范园占地面积 33.3 hm²,为武威市确立的日光温室示范区,智能化控制、节水设施、沼气增温、熊蜂授粉等先进装备应用率高,配方施肥、节水灌溉、病虫害绿色控制、无公害生产等技术广泛应用,对武威市日光温室产业的辐射带动作用显著。

1.2 试验材料

供试“环照”光合膜引自日本东京理科大学。供试作物为“陇椒 3 号”辣椒、“粉红 808”番茄、“油麦菜 318”绿叶菜、“美丽”西瓜、“银蒂 4 号”甜瓜等。

1.3 试验方法

试验采用引进的粉红色“环照”光合膜覆盖日光温室进行种植,以我国目前广泛使用的白色普通棚膜(EVA 膜,厚度 0.12 mm)覆盖的日光温室内作对照,对比研究其在日光节能温室上种植相同作物的使用效果。日光温室均为第二代日光节能温室,温室主体为土木钢架结构,土墙墙体基部厚度 1.00 m,温室长度 100 m,跨度 7.50 m,高度 3.80 m,土壤肥力中等,试验所在点位于当地政府 2012 年建立的农业示范园区,集中连片,统一规划,其温室结构等基础条件及管理条件相对一致,试验的作物品种、定植时间、扣棚时间、管理条件一致。

1.4 项目测定

气候因素的观测:以辣椒“陇椒 3 号”为指示作物,配置 2027 四通道 SD 卡无纸温度记录仪 2 台,在保证日光温室试验条件一致的前提下,校正核准仪器开始规范

第一作者简介:张肖凌(1965-),男,研究员,现主要从事园艺作物生物技术及现代农业等研究工作。

责任作者:王致和(1965-),男,研究员,现主要从事特色经济作物创新育种及设施农业应用等研究工作。E-mail:gswangzh@163.com

收稿日期:2013-06-17

化的温度数据采集。分别采集棚内 9:00、14:00、19:00 测定普通棚膜区域和“环照”光合膜区域的气温和 25 cm 内地温。

生物性状测定:在主要物候期进行观察记载,记载品种、育苗期、定植期、始花期、采收期等,统计其株高、茎粗、叶面积等生物学指标。进入收获期后,定点调查小区产量,定株调查单株产量及数量,并测定番茄和瓜类作物的可溶性固形物含量。

2 结果与分析

2.1 气候条件观测结果

2.1.1 前期气温与地温比较 从表 1 可以看出,在扣棚前期(10 月下旬至 12 月中旬),“环照”光合膜温室内的气温较普通棚膜高 0.6~1.2℃,25 cm 以内的地温高 0.4~0.7℃,特别是在早上卷帘后,光合膜的升温速度很快。可见,扣棚后的前 2 个月内,“环照”光合膜有利于日光温室内气温和地温的提高。

表 1 前期示范棚与对照棚的气温和地温调查结果比较

棚膜种类	平均气温/℃				平均地温/℃			
	9:00	14:00	19:00	平均	5 cm	10 cm	15 cm	20 cm
“环照”光合膜	16.0	27.5	20.5	20.1	20.0	20.0	20.7	20.3
普通棚膜	15.2	26.9	19.3	19.7	19.5	19.3	19.6	19.6
差值	0.8	0.6	1.2	0.4	0.5	0.7	0.4	0.7

注:承包人为孔维智、孔有文,表 2、3 同。观测日期为 2012 年 10 月 16 日至 2012 年 12 月 18 日。

2.1.2 中期气温与地温比较 从表 2 可以看出,在扣棚后的第 3 个月,“环照”光合膜在早晨 9:00、14:00、19:00 的气温分别为 7.5、21.3、14.7℃,均低于普通棚膜 -0.5~-1.1℃,土壤表层温度也降低 -0.8~-1.1℃。此时期是全年中最寒冷的时节,2 种棚膜温室内的地温和气温均有所降低,但是“环照”光合膜的下降幅度更大。

表 2 中期示范棚与对照棚的温度调查结果比较

棚膜种类	平均气温/℃				平均地温/℃			
	9:00	14:00	19:00	平均	5 cm	15 cm	25 cm	平均
“环照”光合膜	7.5	21.3	14.7	14.5	13.7	13.6	13.4	13.6
普通棚膜	8.6	22.4	15.2	15.4	14.8	14.4	14.2	14.5
差值	-1.1	-1.1	-0.5	-0.9	-1.1	-0.8	-0.8	-0.9

注:观测日期为 2012 年 12 月 19 日至 2013 年 1 月 21 日。

2.1.3 后期气温与地温比较 从表 3 可以看出,随着温度的逐渐回升,普通棚膜和“环照”光合膜的最低点的气温升高到了 9℃ 以上,此时温室内的温度变化情况与前期相似,该时期“环照”光合膜内的整体平均气温较普通棚膜内高 0.39℃,5~25 cm 的地温高出 0.43℃,可见,随着气候的逐渐变暖,“环照”光合膜表现出了一定的增温效应。

2.2 对温室内虫害发生情况的影响

从表 4 可以看出,在普通棚内,平均每块粘虫板上的昆虫数量为 195 头,采用“环照”光合膜后,平均每块粘

虫板上的种类昆虫的数量为 151 头,环照膜比普通棚膜的虫口数量减少 18.5%,表明“环照”光合膜有一定的驱虫、避虫作用,从而可以减轻作物病虫害的发生。

表 3 后期示范棚与对照棚的温度调查结果比较

棚膜种类	平均气温/℃				平均地温/℃			
	9:00	14:00	19:00	平均	5 cm	15 cm	25 cm	平均
“环照”光合膜	9.62	23.07	17.43	16.71	13.02	13.97	14.11	13.70
普通棚膜	9.72	22.17	17.07	16.32	12.56	13.27	13.98	13.27
差值	-0.10	0.90	0.37	0.39	0.46	0.70	0.13	0.43

注:观测日期为 2013 年 1 月 25 日至 2013 年 2 月 28 日。

表 4 粘虫板虫口数量调查 头/块

样点	I	II	III	平均
“环照”光合膜	199	106	148	151
普通棚膜	277	108	201	195
差值	-78	-2	-53	-36.0
“环照”光合膜比普通棚膜相对减少/%				18.5

注:观测日期为 2012 年 10 月 26 日。

2.3 对光照强度的影响

从表 5 可以看出,在“环照”光合膜条件下,当室外的光照强度为 96 828.6 lx 时,棚内的光照强度为 36 542.9 lx,其透光率为 37.9%;在普通棚膜条件下,当室外的光照强度为 103 442.9 lx 时,棚内的光照强度为 47 628.6 lx,透光率为 46.0%。

表 5 前期示范棚与对照棚的光照强度调查结果比较 lx

棚膜种类	测量点	棚内	棚外	透光率 /%	棚膜种类	测量点	棚内	棚外	透光率 /%
“环照” 光合膜	1	38 200	96 100	39.8	普通 棚膜	1	38 900	100 900	38.6
	2	33 300	86 800	38.4		2	49 900	102 000	48.9
	3	39 200	89 800	43.7		3	45 100	104 600	43.1
	4	32 600	101 200	32.2		4	51 000	103 300	49.4
	5	35 200	100 800	34.9		5	52 900	103 900	50.9
	6	39 300	102 100	38.5		6	49 200	104 900	46.9
	7	38 000	101 000	37.6		7	46 400	104 500	44.4
	平均	36 542.9	96 828.6	37.9		平均	47 628.6	103 442.9	46.0

注:观测日期为 2012 年 9 月 26 日至 2012 年 11 月 6 日;测定时间为 2012 年 10 月 24 日 10:00。

2.4 对种植作物生长发育及产量和品质的影响

2.4.1 对辣椒生长发育及产量的影响 从表 6 可以看出,植株定植后的前 40 d(2012 年 11 月 6 日前),“环照”光合膜辣椒的生长速度明显比普通棚膜快,植株高度为 79.2 cm,较普通棚膜高 30.2 cm,而普通棚膜辣椒的植株高度仅为 49.0 cm;分枝数和结果数也显著高于普通棚膜的,“环照”光合膜平均分枝数每株达 17.1 个,平均每株结果数为 3.8 个,而普通棚膜分枝数仅为 8.3 个,结果数不到 1 个;叶面积较大,叶片长度和宽度均较普通棚膜大 0.5 cm,有利于光合产物的形成。表明“环照”光合膜条件下,有利于辣椒营养生长阶段的生长发育。“环照”光合膜辣椒的初采收期为 2013 年 12 月 12 日,而普通棚膜辣椒的初采收期为 2013 年 12 月 25 日,因此,利用环照光合棚膜种植辣椒,至少可以比普通棚膜种植

辣椒提早采收 13 d。从表 7 可以看出,“环照”光合膜辣椒的单株结果数为 16.6 个,普通棚膜结果数为 12.9 个,“环照”光合膜辣椒单株结果数比普通棚膜平均高出 3.7 个;“环照”光合膜辣椒的平均单果重为 48.3 g,普通棚膜单果重为 44.3 g,比普通棚膜平均高 4.0 g;“环照”光合膜单株产量为 769.4 g,普通棚膜为 569.4 g,比普通棚膜条件下平均高 200.0 g。“环照”光合膜试验小区的累计产量为 29.235 kg,折合 667 m² 产量为 2 000 kg,而普通棚膜试验小区的累计产量为 21.068 kg,折合 667 m² 产量为 1 662 kg,“环照”光合膜辣椒的 667 m² 产量比普通棚膜提高 338 kg,产量提高效果显著,增产幅度为 20.3%。

表 6 前期辣椒的生长情况比较

棚膜类型	调查日期 /年-月-日	株高 /cm	分枝数 /个	始开花部 位/节	叶长 /cm	叶宽 /cm
“环照”光合膜	2012-10-23	49.9	4.6	8.6	14.7	6.9
	2012-11-6	79.2	17.1		12.3	5.8
	2012-11-24	95.0	13.5		12.8	6.2
	2012-12-14	97.4	17.1		13.5	6.3
普通棚膜	2012-10-23	33.4	2.2	9.6	13.4	4.8
	2012-11-6	49.0	8.3		10.3	4.9
	2012-11-24	74.5	10.3		12.1	5.5
	2012-12-14	92.3	14.8		13.0	5.8
终端差值=“环照”光合膜—普通棚膜		5.1	2.3		0.5	0.5

表 7 辣椒的产量构成因素调查(2012~2013 年)

棚膜种类	采收日期 /年-月-日	调查株 数/株	辣椒个 数/个	单株结果 数/个	平均单 果重/g	单株产 量/g	折合 667 m ² 产量/kg
“环照”光合膜	2012-12-12	38	68	1.7	62.4	111.6	
	2012-12-21	38	120	3.2	53.5	168.9	
	2012-12-31	38	130	3.4	60.0	205.3	
	2013-1-23	38	215	5.7	37.2	210.6	
	2013-2-17	38	98	2.6	28.3	73.0	
	累计		631	16.6		769.4	2 000
	平均				48.3		
	2012-12-25	37	73	2.0	53.2	105.0	
	2013-1-9	37	60	1.6	42.0	68.1	
	2013-1-15	37	108	2.9	42.6	124.3	
普通棚膜	2013-2-1	37	132	3.6	47.5	169.3	
	2013-2-27	37	105	2.8	36.2	102.7	
	累计		478	12.9		569.4	
	平均				44.3		1 662
终端差值				3.7	4.0	200.0	338

2.4.2 对番茄生长发育及产量和品质的影响 在番茄即将进入盛果期后,调查记录株高、冠幅和主茎直径,从表 8 可以看出,番茄在“环照”光合膜下株高、冠幅和主茎粗度数值比普通棚膜都要大,其中株高增加了 8.61%,冠幅增加了 0.96%,主茎粗度增加了 6.33%。从而说明“环照”光合膜有利于番茄营养生长,促进植株生长健壮。从表 8 还可以看出,“环照”光合膜下种植的番茄结果数、小区产量、单果重、可溶性固形物含量都超过了普通棚膜。果实个数达到了 399 个,普通棚膜结果数为 354 个,增加了 12.70%;小区产量光合膜为

60.77 kg,普通棚膜为 52.26 kg,相比较增长 16.30%;单果重光合膜 152.30 g,普通棚膜为 147.62 g,增加了 3.17%;光合膜产量折合 667 m² 产量 3 858.60 kg,而普通棚膜下种植的番茄产量为 3 318.26 kg,增产 16.30%;光合膜可溶性固形物含量达到了 5.5%,而普通棚膜为 5.2%,提高了 5.80%。

表 8 番茄植株性状、产量及质量性状调查

棚膜种类	株高 /cm	冠幅 /cm	主茎 粗度 /mm	结果数 /个	小区 产量 /kg	单果重 /g	折合 667 m ² 产量/kg	可溶性 固形物 含量/%
“环照”光合膜	141.3	63.2	16.8	399	60.77	152.30	3 858.60	5.5
普通棚膜	130.1	62.6	15.8	354	52.26	147.62	3 318.26	5.2
环照膜相 对增长/%	8.61	0.96	6.33	12.70	16.30	3.17	16.30	5.80

2.4.3 对油麦菜产量的影响 从表 9 可以看出,油麦菜在“环照”光合膜下生育期为 65 d,在普通棚膜生育期为 76 d,“环照”光合膜较普通棚膜缩短了生育期 11 d;“环照”光合膜油麦菜折合 667 m² 产量 2 444.6 kg,较普通棚膜 667 m² 产量 1 786.9 kg 高 657.7 kg,增产幅度为 36.8%。表明“环照”光合膜对早春茬的绿叶菜油麦菜的生长发育有一定的促进作用,“环照”光合膜油麦菜生育其较短,产量较高,与温室内的气温相对较高有关,据调查,在绿叶菜油麦菜种植阶段,9:00 气温最低时,“环照”光合膜平均气温为 9.7℃,普通棚膜为 7.6℃,“环照”光合膜比普通棚膜气温高 2.1℃,认为这与“环照”光合膜增温效应有关。

表 9 油麦菜产量调查

棚膜类型	种植面积 /m ²	种植时间 /年-月-日	收获时间 /年-月-日	生育期 /d	小区产量 /kg	折合 667 m ² 产量/kg
“环照”光合膜	225.0	2013-1-7	2013-3-12	65	725	2 444.6
普通棚膜	92.9	2012-12-10	2013-2-24	76	249	1 786.9
差值				-11		657.7

2.4.4 对西瓜、甜瓜产量及品质的影响 从表 10 可以看出,“环照”光合膜下种植的 7.2 m² 小区甜瓜和西瓜产量分别为 112.27 kg 和 18.83 kg,而普通棚膜下种植的产量分别为 98.64 kg 和 16.80 kg,相比较增产了 13.8% 和 12.1%。“环照”光合膜下种植的甜瓜和西瓜果实数目为 145 个和 25 个,而普通棚膜下种植的果实数目为 132 个和 22 个,相比较成熟的果实个数多 9.85% 和 13.64%。“环照”光合膜下种植的甜瓜和西瓜单果重为 774.28 g 和 753.20 g,而普通棚膜下种植的单果重为 747.27 g 和 763.63 g,甜瓜平均单果重增加 3.61%,西瓜

表 10 西瓜、甜瓜产量调查结果

处理	“环照”光合膜		普通棚膜	
瓜类	甜瓜	西瓜	甜瓜	西瓜
7.2 m ² 产量/kg	112.27	18.83	98.64	16.80
果实个数/个	145	25	132	22
可溶性固形物含量/%	14.0	9.5	13.0	9.2
单果重/g	774.28	753.20	747.27	763.63

平均单果重减少 1.4%。“环照”光合膜下种植的甜瓜和西瓜可溶性固形物含量为 14.0%和 9.5%,而普通棚膜下种植的单果重为 13.0%和 9.2%,甜瓜和西瓜的可溶性固形物含量提高 7.6%和 3.3%。

3 结论与讨论

通过 2011~2013 年的观测结果,扣棚初期“环照”光合膜有利于棚内地温和气温的升高;但随着外界温度的降低,在该年度最寒冷阶段,即 2012 年 12 月下旬至 2013 年 1 月上旬,“环照”光合膜棚内的气温和地温均较普通棚膜有所降低;此后随着外界环境温度的逐渐提高,“环照”光合膜内的气温和地温均较普通棚膜有所提高。从而说明,与普通棚膜相比,“环照”光合膜具有显著的增温作用,但保温效果略差,这与 2011 年生产的光合膜采用三层工艺,2012 年为单层有关,有待于进一步试验验证并建议在生产工艺中加以改进。

由于提高作物可吸收的能量,可改变温室内小气候,促进作物生长发育。该试验结果“环照”光合膜对辣椒、番茄、油麦菜、西瓜、甜瓜的生长发育有显著的促进作用,表现为植株高大、粗壮,分枝数多,叶片宽大,早开花、早结果,早成熟,能够多收获 1 茬,提前上市 10 d 左右。产量测定结果表明,“环照”光合膜能够提高辣椒产

量 20.3%,番茄产量增加 16.30%,油麦菜产量增长 36.8%,甜瓜和西瓜产量分别增加了 13.8%和 12.1%。显著提高了菜农的经济效益。同时,提高番茄可溶性固形物 5.8%,甜瓜和西瓜的可溶性固形物含量提高 7.6%和 3.3%,改善了品质。

“环照”光合膜增加红光区投射的光能量,使一些昆虫产生了趋避,进入温棚内的昆虫数量减少了 18.5%,这就大大降低了昆虫对作物的直接危害和传播病害,进一步促进作物的生长发育。

采用“环照”光合膜后,光照强度的减弱与过滤有害紫外线有一定的关系,虽然光照强度有所降低,但增加了红光区投射的光能量。有关光质和光照强度的变化对作物的生长发育等方面的机理,需要进一步探讨和研究。

“环照”光合膜对部分日光温室蔬菜作物具有一定的增产效应和改善品质的作用,但要在生产中大力推广应用,一是需要进一步扩大应用作物的种类及品种试验;二是在要使光合膜的生产加工技术实现本土化,降低生产成本;三是在推广应用过程中针对出现的实际问题进行研究并改进。

Application Research of ‘Huanzhao’ Photosynthetic Membrane in Solar Greenhouse

ZHANG Xiao-ling¹, WANG Zhi-he¹, WEI Yu-jie¹, LI Run-xi¹, MA Guo-jiang², ZHAO Yong-ping¹

(1. Gansu State Farms Academy of Agricultural Sciences, Wuwei, Gansu 733006; 2. Wuwei Academy of Agricultural Sciences, Wuwei, Gansu 733000)

Abstract: Using ‘Huanzhao’ photosynthetic membrane as materials and EVA membrane as control, the effect of ‘Huanzhao’ photosynthetic membrane to greenhouse climate and crop growth, yield and quality were studied. The results showed that the early air temperature and the soil temperature less than 25 cm can be separately increased by 0.6~1.2°C and 0.4~0.7°C with the help of the new photosynthetic membrane after turn off the greenhouse. And also, it was highly significant that the production of hot pepper, tomato, leaf lettuce, melon and watermelon were separately increased by 20.3%, 16.30%, 36.8%, 13.8% and 12.1%, which could significantly improve the economic benefits for farmers. Meanwhile, It improved the quality for increasing soluble solids of tomato by 5.8%, melon by 7.6% and watermelon by 3.3%. And it could reduce insects from the outside by 18.5%. Generally speaking, the all-round photosynthetic membrane was worth to promote in the application of solar greenhouse.

Key words: photosynthetic membrane; solar greenhouse; EVA membrane