

不同色膜处理对番茄叶片光合作用特性的影响

王志清

(西昌学院,四川 西昌 615013)

摘 要:以不同色膜(红、蓝、绿、黄、紫、白色(CK))为试材,以番茄为试验对象,研究了温室环境因子条件下不同光质对番茄幼苗叶片光合作用特性的影响。结果表明:红、蓝、绿、紫、黄膜的处理番茄的光补偿点为 $45 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,紫光的光饱和点为 $400 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,白膜、红膜、蓝膜、绿膜处理的光饱和点为 $1000 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,黄膜处理的光饱和点为 $1500 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。6种色膜处理的 CO_2 补偿点均约为 $100 \mu\text{L/L}$,另外红膜、黄膜、白膜、紫膜的 CO_2 饱和点为 $800 \mu\text{L/L}$ 左右,其它2种蓝膜和绿膜均大于 $1000 \mu\text{L/L}$,其中以蓝膜的 CO_2 饱和点最高。白膜处理的叶片叶绿素含量最高,绿膜最低。对影响叶片光合速率主要因子的通径系数分析表明,影响白色膜处理的为胞间 CO_2 浓度、蒸腾速率,影响红色膜处理为胞间 CO_2 浓度、空气相对湿度,影响蓝膜处理为大气 CO_2 浓度、光合有效辐射,影响黄膜处理为胞间 CO_2 浓度、空气湿度,影响紫膜处理为大气 CO_2 浓度、胞间 CO_2 浓度,影响绿膜处理为胞间 CO_2 浓度、空气相对湿度。

关键词:番茄;色膜;光合特性

中图分类号:S 641.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)16-0053-06

番茄(*Lycopersicon esculentum*)在我国尤其是北方地区的设施栽培中,已成为主栽作物之一^[1]。光质作为光信号调节光形态建成、光周期反应以及内在生物钟节律性等植物重要生命活动^[2]。研究表明,光质量对植物的生长发育^[3]、光合特性^[4]、产量、品质、抗逆和衰老^[5]等方面均有较大影响。采用不同光质补光对番茄^[6]、葡萄^[7]、菊花^[8]、向日葵^[9]和小苍兰^[10]等植物的光形态建成和叶绿素含量等均有积极影响。有色农膜和转光膜在作物的设施栽培中已开始应用,不同光质膜(不同色膜)可作为非化学手段来调节植物生长^[11]。番茄的设施栽培面积很大^[12],研究不同光质对番茄光合特性的影响,对其设施栽培理论和实践均具有重要意义。

目前国内外关于不同光质成分对作物光合作用特性的影响有较多的报道。研究表明不同光质对叶绿素形成、叶气交换、Rubisco 活性等生理过程均具有调控作用^[20]。据报道蓝光处理的咖啡、草莓^[21]等叶组织中的叶绿素含量明显高于红光处理,蓝光处理的多头菊^[22]的叶片叶绿素 a(Chla)、叶绿素 b(Chlb)和类胡萝卜素也显著增加,许莉等^[23]报道,不同光质处理叶用莴苣后,黄光下叶绿素、Chla/Chlb 的含量增加,黄光和红光有利于 Chla、Chlb 的形成,但对 Chlb 的形成更为有利。红光、

蓝光和黄光处理的菊花组培苗叶片色素含量最高;叶片中保卫细胞的叶绿体、隐花色素和光敏色素可感应不同光质成分以调节叶片气孔大小和数量^[24]。蓝光可活化保卫细胞质膜上的 H-ATP 酶泵,不断地泵出质子,形成跨膜的电化学梯度,推动 K^+ 进入保卫细胞,导致细胞内渗透势下降、吸水膨胀,使气孔张开。红光下菊花的气孔数量较少,气孔面积较大,而远红光下气孔数量较多,气孔面积较小^[25]。目前国内外关于不同光质对番茄光合特性的研究较少,该试验系统研究了不同色膜处理下不同光质对番茄光合作用特性的影响,以期找出适于番茄生长的最佳光质,为光质的选择提供必要的依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为番茄(*Lycopersicon esculentum*)幼苗,定植于西昌富华园林工程有限责任公司彩色塑料温室大棚。定植日期 2011 年 10 月 28 日,幼苗高 6 cm,4 片叶,株行间距(40 cm×40 cm),其它田间管理按常规进行。不同颜色滤光膜由上海伟康有色薄膜厂生产。

1.2 试验方法

以太阳光透过不同的滤光膜得到不同的光质。红膜:波长峰值 660 nm,范围 620~780 nm、黄膜:波长峰值 580 nm,范围 560~590 nm、绿色滤膜:波长峰值 480 nm,范围 460~550 nm、蓝膜:波长峰值 420 nm,范围 400~450 nm、紫色滤膜:波长峰值 340 nm,范围 280~390 nm 处理、以白色膜为对照。大棚南北走向,长

作者简介:王志清(1954-),男,四川成都人,本科,实验师,现主要从事植物生理研究等工作。E-mail:583132434@qq.com.

收稿日期:2013-04-15

30 m,宽 7.0 m,弧顶高 3.2 m。在试验过程中,供试材料置于棚内接受自然光透过不同颜色滤膜产生不同光质光的照射。

1.3 项目测定

番茄的光合特性采用美国生产的 Li-6400 便携式光合系统测定,于 11 月 20 日选取不同处理测定功能叶片的光响应曲线和 CO_2 响应曲线。于定植后 10、20 d 选取不同处理 20 片功能叶利用 SPAD 502 叶绿素仪测定叶绿素含量。

1.4 数据处理

试验数据采用 Excel、SPSS 11.0 和回归相关软件进行分析。

2 结果与分析

2.1 不同色膜处理叶片的光响应曲线

由图 1 可知,当光照强度在 $800 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 以下时,不同处理番茄叶片的光合速率随光照强度的增加而提高,其中,在光照强度在 $400 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 以下时,光合速率增加较快,随后光合速率的提高速度则逐渐减慢。红膜、蓝膜、CK 的光合速率明显高于其它 3 种膜处理,其中又以红膜处理光合速率最大,紫膜、黄膜的光合速率明显低于其它种膜处理,以紫膜的光合速率最小。经测定红、蓝、绿、紫、黄膜的光补偿点为 $45 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,CK 为 $60 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,紫膜处理的光饱和点为 $400 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,CK、红膜、蓝膜、绿膜处理的光饱和点为 $1000 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,黄膜为 $1500 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。除紫光外,其它光都具有较高的光补偿点和饱和点。较高的光饱和点需要光照要高,因此栽培密度以稀植为宜。

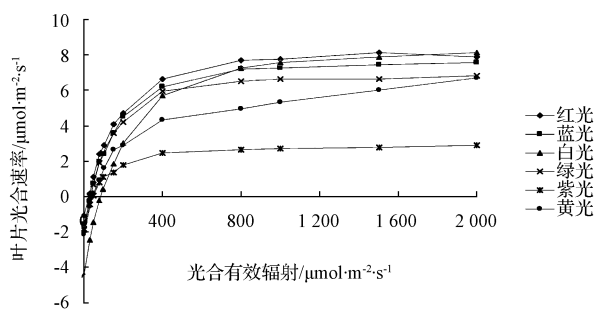


图 1 不同色膜处理番茄叶片光响应曲线

利用负指数方程模型对不同处理的光响应曲线进行描述:

$$P_n = P_{\max} \times (1 - \exp(-\epsilon_0 \times \text{PAR} / P_{\max})) \dots (1)$$

 P_n 为番茄光合作用速率 ($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$), P_{\max} 为单叶最大光合速率 ($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$), ϵ_0 为吸收光的初始光能利用效率, PAR 为太阳光合有效辐射 ($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$), 利用 SPSS 11.0 得到参数见表 1。由表 1 可知,红膜处理的单叶最大光合速率为最大达 $10.4 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,紫

膜最小,仅为 $2.8 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,单叶最大光合速率的顺序为红>CK>绿>蓝>黄>紫。光能初始利用率以绿光出来最高,达到 0.035;最低为紫膜处理仅为 0.012。

表 1 不同色膜处理的单叶最大光合速率和初始光能利用效率

	红	黄	蓝	紫	绿	CK
$P_{\max} / \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$	10.4	6.58	7.60	2.89	7.91	8.15
ϵ_0	0.029	0.017	0.031	0.012	0.035	0.018

2.2 不同色膜处理叶片的 CO_2 响应曲线

由图 2 可知,红、黄、紫、绿、蓝、白膜处理叶片的光合速率在 CO_2 浓度在 $800 \mu\text{L/L}$ 以前均随浓度的升高而增大,当 CO_2 浓度为 $800 \mu\text{L/L}$ 时, CO_2 浓度增大除蓝光和绿光外,其它 4 种光均有不同程度的降低或停滞。红、黄、紫膜和 CK 的 CO_2 饱和点为 $800 \mu\text{L/L}$ 左右,蓝、绿膜处理的均大于 $1000 \mu\text{L/L}$,其中以蓝膜处理的 CO_2 饱和点最高。通过各色光 CO_2 响应曲线的趋势线可估计几种光的 CO_2 补偿点为 $100 \mu\text{L/L}$ 左右。

不同处理的光合速率 P_n 与 CO_2 浓度的关系公式:

$$P_n = (\epsilon \text{PAR} \times \tau \text{Ci}) / (\epsilon \text{PAR} + \tau \text{Ci}) \dots (2)$$

 式中 P_n 为番茄光合作用速率 ($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$), ϵ 为光能利用效率, PAR 为太阳光合有效辐射 ($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$), τ 为 CO_2 利用效率 ($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$), Ci 为 CO_2 浓度 ($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$);利用软件 SPSS 11.0 计算得到不同处理的 CO_2 利用效率(表 2)。

从表 2 可知,黄膜处理的 CO_2 利用效率最高,达到 $0.0343 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$;蓝膜处理的最低,仅为 $0.0154 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。不同处理的 CO_2 利用效率从大到小依次为:黄>CK>红>紫>绿>蓝。因此在达到补偿点后,相同 CO_2 浓度以黄膜处理的光合作用率最高。

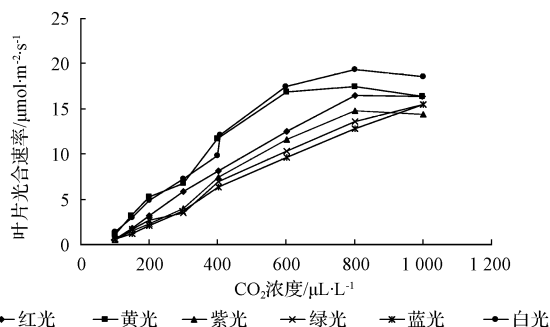


图 2 不同色膜处理叶片 CO_2 响应曲线

表 2 不同色膜处理番茄叶片的 CO_2 利用效率 (τ)

不同处理	红	黄	蓝	紫	绿	CK
$\tau / \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$	0.0212	0.0343	0.0154	0.0178	0.0173	0.0324

2.3 不同处理叶片的叶绿素含量

从图 3 可以看出,定植 10、20 d 的番茄幼苗 CK 处

理的叶片叶绿素含量均为最高,分别为 38.2 和 36.8。绿膜处理的最低,分别为 27.3 和 29.3,不同处理在定植后 10、20 d 的 SPAD 值变化趋势基本一致,大小依次为 CK>红>紫>蓝>黄>绿。绿、紫、红膜处理的第 20 天叶片的 SPAD 值高于定植后第 10 天,其它处理与此相反。

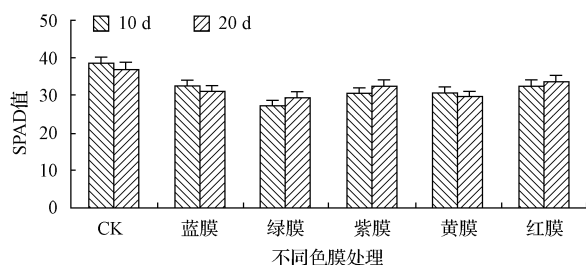


图 3 不同色膜处理叶片叶绿素含量

2.4 不同色膜处理叶片的光合速率与环境因子的关系

利用不同色膜处理的光合速率(P_n)与环境因子进行多元回归和通径分析(表 3)可知,不同色膜处理的叶片光合作用环境因子的重要程度不同。拟合方程如下:

红: $P_n = 717.27205 - 0.00027PAR - 1.15020Ca - 6.55565T_{air} - 0.79290RH - 0.10161Tr - 0.44254Cs - 0.17140Ci$ ($R^2 = 0.9999^{**}$, $Se = 0.06783$)..... (3);

黄: $P_n = -110.37846 - 0.00314PAR + 0.16309Ca + 1.32422T_{air} + 0.90691RH + 5.32881Tr + 0.66803Cs - 0.14483Ci$ ($R^2 = 0.9996^{**}$, $Se = 0.08937$)..... (4);

蓝: $P_n = 717.27205 - 0.00027PAR - 1.15020Ca - 6.55565T_{air} - 0.79290RH - 0.10161Tr - 0.44254Cs - 0.17140Ci$ ($R^2 = 0.9999^{**}$, $Se = 0.06783$)..... (5);

紫: $P_n = 36.22419 - 0.0006PAR + 0.10051Ca - 0.38821T_{air} - 0.27979RH + 0.94203Tr - 0.03758Cs - 0.13404Ci$ ($R^2 = 0.9998^{**}$, $Se = 0.02913$)..... (6);

绿: $P_n = -132.95771 - 0.00222PAR + 0.16972Ca + 2.53288T_{air} + 0.29652RH + 1.76179Tr - 0.63495Cs - 0.09043Ci$ ($R^2 = 0.9997^{**}$, $Se = 0.09065$)..... (7);

CK: $P_n = 109.16212 - 0.00068PAR + 0.11956Ca - 1.62773T_{air} - 0.52350RH - 3.92027Tr - 0.74065Cs - 0.14326Ci$ ($R^2 = 0.9998^{**}$, $Se = 0.11131$)..... (8)。

由公式和表 3 可知,影响红膜处理光合速率的主要因子从大到小排序是 $Ci > RH > T_a > PAR > Ca > Cs > Tr$,其中,影响红膜处理的叶片光合速率相对重要的因子是胞间 CO_2 浓度、空气相对湿度、空气相对温度,影响最小的因素是蒸腾速率。剩余通径系数 $Pe = 0.000$,说明没有其它因素影响红膜处理叶片光合速率。影响黄膜光合作用的主要因子从大到小排序是 $Ci > RH > PAR > Ca > Cs > Tr > T_a$,其中,影响黄膜处理的叶片光合速率相对重要的因子是胞间 CO_2 浓度、空气湿度、光

合有效辐射,影响最小的是空气相对湿度。剩余通径系数 $Pe = 0.000$,说明没有其它因素影响黄膜处理叶片光合速率。影响蓝膜光合作用的主要因子从大到小排序是 $Ca > PAR > Tr > Ci > RH > T_a > Cs$,其中,影响蓝膜处理的叶片光合速率相对重要的因子是大气 CO_2 浓度、光合有效辐射、蒸腾速率,影响最小的因素是气孔导度。影响紫膜处理番茄光合作用的主要因子从大到小排序是 $Ca > Ci > PAR > RH > Tr > T_a > Cs$,其中,影响紫膜处理的叶片光合速率相对重要的因子是大气 CO_2 浓度、胞间 CO_2 浓度、光合有效辐射,影响最小的因素是气孔导度。影响绿膜光合作用的主要因子从大到小排序是 $Ci > T_a > PAR > Tr > Cs > RH > Ca$,其中,影响绿膜处理的叶片光合速率相对重要的因子是胞间 CO_2 浓度、空气相对湿度、光合有效辐射,影响最小的因素是大气 CO_2 浓度。

3 讨论

通过对红、蓝、紫、黄、绿膜处理的番茄叶片的系统测定,表明不同处理的番茄叶片的光合速率都随光照强度的增大而增强,并且逐渐趋近与饱和,与前人研究结果一致^[13-15]。在光照强度在 $400 \mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ 以下时,光合速率增加较快,随后光合速率的提高速度则逐渐减慢。红、蓝、白膜处理的叶片的光合速率明显高于其它 3 种光,其中又以红膜处理叶片光合速率最大。

6 种色膜处理的叶片光合速率开始都随 CO_2 浓度的升高而增大,当浓度增大到一定值时,光合速率均出现一定程度的降低或停滞。 CO_2 是光合作用原料,只有当环境中 CO_2 的含量达到一定强度时,光合作用才能进行,低于这一浓度(CO_2 补偿点)时,则光合作用显著降低,甚至停止^[16-17]。苏培玺等^[18]和许大全^[19]研究表明, CO_2 浓度增加光合速率明显提高,同时增加光照强度效果更为明显。 CO_2 浓度升高后能导致气孔开度减小,气孔阻力加大,气孔导度降低。但是,在高浓度 CO_2 的空气中测定时没有观察到光合速率的降低。

通过对 6 种色膜处理的叶片的 SPAD 测定,表明白膜处理的叶片叶绿素含量最高,绿膜最低,单色光处理以红膜最高,这与蒲高斌等^[6]的不同光质对番茄幼苗生长和生理特性的影响的研究结论相同。

通过 6 种色膜处理叶片光合速率与环境因子的通径分析得知,影响不同色膜处理叶片光合速率的重要因子有所不同,这可能与各种光的光质特性有关,具体原因需要进一步试验来证实。此外本实验选取的材料为番茄幼苗,对于其它生长发育时期是否适用,还需进一步调查研究。此外,该研究没有考虑不同单色膜透光光强的变化对番茄光合特性的影响,这也是下一步需要控制环境试验研究的内容。

表 3 不同色膜处理的叶片光合速率与生理生态因子的通径系数

类型	因子	直接通径系数		间接通径系数						相关系数
			PAR	Ca	Ta	RH	Tr	Cs	Ci	r
白膜	PAR	-0.100	—	0.004	0.134	0.228	-0.429	-0.020	1.016	0.833**
	Ca	0.013	-0.034	—	0.023	0.012	-0.135	-0.004	0.217	0.093
	Ta	-0.143	0.094	-0.002	—	-0.255	0.422	0.023	-1.106	-0.968**
	RH	-0.262	0.087	-0.001	-0.139	—	0.411	0.023	-1.081	-0.962**
	Tr	-0.441	-0.098	0.004	0.137	0.245	—	-0.021	1.054	0.880**
	Cs	-0.025	-0.079	0.002	0.130	0.239	-0.375	—	1.048	0.940**
	Ci	-1.118	0.091	-0.002	-0.141	-0.254	0.415	0.023	—	-0.986**
红膜	PAR	-0.041	—	0.011	-0.062	0.186	0.010	-0.001	0.754	0.856**
	Ca	-0.039	0.012	—	0.073	-0.109	-0.004	0.001	-0.544	-0.610*
	Ta	-0.110	-0.023	0.026	—	0.190	0.007	0.009	0.801	0.898**
	RH	-0.213	0.036	-0.020	0.098	—	-0.009	-0.005	-0.878	-0.990**
	Tr	0.010	-0.040	0.014	-0.072	0.196	—	0.000	0.797	0.905**
	Cs	0.017	0.002	-0.002	-0.057	0.063	0.000	—	0.213	0.237
	Ci	-0.887	0.035	-0.024	0.100	-0.210	-0.009	-0.004	—	-1.000**
蓝膜	PAR	-0.082	—	-0.045	-0.009	0.099	0.020	-0.036	0.849	0.796**
	Ca	-0.048	-0.077	—	-0.009	0.111	0.020	-0.036	0.947	0.908**
	Ta	0.010	0.076	0.047	—	-0.115	-0.020	0.038	-0.985	-0.949**
	RH	-0.119	0.068	0.045	0.009	—	-0.019	0.039	-1.018	-0.995**
	Tr	0.020	-0.081	-0.046	-0.009	0.108	—	-0.038	0.930	0.884**
	Cs	-0.042	-0.069	-0.041	-0.009	0.110	0.018	—	0.956	0.924**
	Ci	-1.023	0.068	0.045	0.009	-0.119	-0.019	0.040	—	-0.998**
黄膜	PAR	-0.739	—	1.898	-0.098	-0.331	0.668	-0.074	-0.474	0.851**
	Ca	2.116	-0.663	—	-0.106	-0.360	0.607	-0.083	-0.521	0.991**
	Ta	0.107	0.676	-2.095	—	0.351	-0.626	0.083	0.526	-0.978**
	RH	0.365	0.671	-2.088	0.103	—	-0.606	0.080	0.505	-0.971**
	Tr	0.674	-0.732	-1.907	-0.099	-0.328	—	-0.075	-0.494	0.853**
	Cs	0.083	0.654	-2.097	0.106	0.351	-0.602	—	0.521	-0.984**
	Ci	-0.546	-0.642	2.021	-0.103	-0.338	0.610	-0.080	—	0.923**
紫膜	PAR	-0.330	—	1.369	0.028	0.227	0.210	0.005	-0.794	0.716**
	Ca	1.474	-0.307	—	0.030	0.266	0.202	0.006	-0.763	0.907**
	Ta	-0.030	0.306	-1.469	—	-0.264	-0.202	-0.006	0.755	-0.909**
	RH	-0.273	0.275	-1.435	-0.029	—	-0.185	-0.005	0.690	-0.963**
	Tr	0.211	-0.329	1.408	0.029	0.239	—	0.005	-0.792	0.772**
	Cs	-0.006	0.294	-1.444	-0.029	-0.261	-0.194	—	0.744	-0.898**
	Ci	-0.828	-0.316	1.358	0.027	0.227	0.202	0.005	—	0.675*
绿膜	PAR	-0.490	—	-0.018	0.420	-0.015	0.319	-0.092	0.644	0.767**
	Ca	0.037	0.240	—	-0.163	-0.032	-0.121	0.053	-0.271	-0.258**
	Ta	0.495	-0.415	-0.012	—	-0.028	0.306	-0.113	0.752	0.985**
	RH	0.073	0.103	-0.016	-0.187	—	-0.182	0.030	-0.204	-0.383
	Tr	0.345	-0.452	-0.013	0.438	-0.039	—	-0.096	0.635	0.819**
	Cs	-0.117	-0.387	-0.017	0.479	-0.019	0.283	—	0.727	0.949**
	Ci	-0.766	0.412	0.013	-0.486	0.019	-0.286	0.111	—	-0.983**

注：*表示在 0.01 水平下差异达到显著，*表示在 0.05 水平下差异达到显著。

4 结论

红、蓝、绿、紫、黄膜处理番茄叶片的光补偿点为 $45 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ，白膜处理为 $60 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ，紫膜的光饱和点为 $400 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ，白、红、蓝、绿膜处理的光饱和点为 $1\ 000 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ，黄膜处理为

$1\ 500 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。除紫膜外，其它膜都具有较高的光补偿点和饱和点。较高的光饱和点需要光照要高，因此栽培密度以稀植为宜。

不同光质处理光 CO_2 补偿点均约为 $100 \mu\text{L/L}$ ，另外红、黄、紫膜、CK 处理的 CO_2 饱和点为 $800 \mu\text{L/L}$ 左右，蓝、绿膜处理的均大于 $1\ 000 \mu\text{L/L}$ ，其中以蓝膜的 CO_2

饱和点最高。

白膜处理的叶片叶绿素含量最高,绿膜最低,SPAD 总值大小依次为白膜>红膜>紫膜>蓝膜>黄膜>绿膜。

通径分析表明,影响红膜处理的叶片光合速率相对重要的因子是胞间 CO_2 浓度、空气相对湿度、空气相对温度。影响黄膜处理的叶片光合速率相对重要的因子是胞间 CO_2 浓度、空气湿度、光合有效辐射。影响蓝膜处理的叶片光合速率相对重要的因子是大气 CO_2 浓度、光合有效辐射、蒸腾速率。影响紫膜处理的叶片光合速率相对重要的因子是大气 CO_2 浓度、胞间 CO_2 浓度、光合有效辐射。影响绿膜处理的叶片光合速率相对重要的因子是胞间 CO_2 浓度、空气相对温度、光合有效辐射。

该试验系统研究了不同色膜处理的番茄叶片光合特性,分析了温室栽培不同色膜处理下番茄叶片光合特性与生理生态因子的关系,研究结果为温室番茄的栽培管理技术制定提供了科学依据。

参考文献

- [1] 张振贤,王培伦,刘世琦.蔬菜生理[M].北京:中国农业科技出版社,1993:38-39.
- [2] 冯丽洁,张群,宋晓刚.不同光质对黄瓜叶片光合特性的影响[J].植物学报,1999,41(8):867-870.
- [3] 马光恕,廉华,闫明伟.不同覆盖材料对大棚内番茄生长发育的影响[J].吉林农业科学,2002,27(4):41-43.
- [4] 刘立侠.光质对人参叶绿体结构和光合生理性状的影响[J].植物学报,1993,25(8):588-592.
- [5] Voskresenskaya N P, Nechayeva E P, Vlasova M P, et al. The significance of blue light and kinetin for restoration of the photosynthetic apparatus in aging narley leaves[J]. Fizid Rast, 1968, 15: 890.
- [6] 蒲高斌,刘世琦,刘磊.不同光质对番茄幼苗生长和生理特性的影响[J].园艺学报 2005,32(3):420-425.
- [7] 孔云,王绍辉,沈红箱.不同光质补光对温室葡萄新梢生长的影响[J].北京农学院学报 2006,21(3):23-26.
- [8] 魏胜林,王家保,李春保.蓝光和红光对菊花生长和开花的影响[J].园艺学报,1998,25(2):203-204.
- [9] 徐惠凤,刘兴土.向日葵光和特性及其对不同生态条件的响应[J].农业生态环境,2004,6(1):20-23.

- [10] 车生泉,秦文英.光质对小苍兰茎尖试管成球的影响[J].上海农学院学报,1988,16(2):121-123.
- [11] 傅明华,汪羞德,顾仲兰,等.多功能转光塑料薄膜应用效应研究[J].农业工程学报,2000,16(6):81-85.
- [12] 王英利,王勋陵,岳明. UV-B 及红光对大棚番茄品质的影响[J].河北大学学报(自然科学版本),2002,22(1):51-54.
- [13] Karlsson M G, Heins R D, Erwin J E, et al. Irradiance and temperature effects on time of development and flower size in chrysanthemum[J]. Scientia Horticulturae, 1989, 24: 59-64.
- [14] Sing M, Chaturvedi R, Sane P V. Diurnal and seasonal photosynthetic characteristics of populus deltoides Marsh Leaves[J]. Photosynthetica, 1996, 18: 61-68.
- [15] Lin M J, Hsu B D. Photosynthetic plasticity of Phalaenopsis in response to different light environments[J]. Journal of Plant Physiology, 2004, 14: 53-59.
- [16] 北京农业大学农业气象专业. 农业气象学[M]. 北京: 科学出版社, 1987, 26(3): 153-169.
- [17] 中国农业科学院. 中国农业气象学[M]. 北京: 农业出版社, 1997, 27(2): 165-172.
- [18] 苏培玺, 张立新, 杜明伍. 胡杨不同叶形光合特性、水分利用效率及其对加富 CO_2 的响应[J]. 植物生态学报, 2003, 15(1): 57-59.
- [19] 许大全. 光合作用气孔分析中的一些问题[J]. 植物生理学报, 1997, 31(3): 25-29.
- [20] Ramalho J C, Marques N C, Semedo J N, et al. Photosynthetic performance and pigment composition of leaves from two tropical species is determined by light quality[J]. Plant Biology, 2002(4): 112-120.
- [21] Duong T N, Takamura T, Watanab H. Responses of strawberry plantlets cultured in vitro under super bright red and blue light-emitting diodes (LEDs)[J]. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 2003, 73: 43-52.
- [22] Khattak A M, Pearson S. Spectral filters and temperature effects on the growth and development of chrysanthemums under low light integral[J]. Plant Growth Regul, 2006, 49: 61-68.
- [23] 许莉. 光质对叶用莴苣生理特性及品质的影响[D]. 泰安: 山东农业大学, 2007.
- [24] 郑洁, 胡美君, 郭延平. 光质对植物光合作用的调控及其机理[J]. 应用生态学报, 2008, 19(7): 1619-1624.
- [25] Kim S J, Hahn E J, Heo J W, et al. Effects of LEDs on net photosynthetic rate, growth and leaf stomata of chrysanthemum plantlets in vitro[J]. Scientia Horticulturae, 2004, 101: 143-151.

Effect of Different Color Film Treatments on Leaf Photosynthetic Characteristics of Tomato

WANG Zhi-qing

(Xichang College, Xichang, Sichuan 615013)

Abstract: Taking different color films (red, blue, green, yellow, purple, white (CK)) as materials, tomato as experiment object, the environmental factors of greenhouse conditions with different color film on the influence of the characteristics of photosynthesis of tomato leaves were studied. The results showed that the light compensation point for red, blue, green, purple, yellow film processing tomato was $45 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. Light saturation point for purple film processing was $400 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, for white, red, blue, green film processing was $1\ 000 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, for yellow film processing was $1\ 500 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. CO_2 compensation point of 6 kinds of film processing were approximately $100 \mu\text{L/L}$, the

两种类型的温室在夏季蔬菜集约化育苗中的应用

乜兰春¹, 历春萌², 胡淑明¹, 齐琳², 李淑欣², 李俊萍¹

(1. 河北农业大学 园艺学院, 河北 保定 071001; 2. 河北涿州市农业局, 河北 涿州 072750)

摘要:在河北涿州地区, 比较研究了现代化育苗温室和日光育苗温室 2 种类型温室的温湿度变化及在夏季蔬菜育苗中的成本效益情况。结果表明: 7 月 24 日至 8 月 31 日, 配套湿帘降温和外遮阳系统的日光温室日最高温度在 31℃ 以下, 现代化温室在 30℃ 以下。9 月上旬, 二者日最高温度基本相同。9 月中旬以后, 2 种温室的日最高温度均降至较低水平, 日光温室在 16.4~25.3℃, 现代化温室在 15.7~23.5℃, 日光温室比现代化温室高 1~2℃。2 种类型温室的日最低温度总体呈下降趋势, 至 10 月 11 日, 日光温室日最低温度降至 12.5℃, 现代化温室降至 11℃, 自 9 月下旬, 日光温室日最低温度比现代化温室高 1~2℃。日光温室的空气湿度在高温季节高于现代化温室, 9 月中旬以后又低于现代化温室。日光温室单位育苗面积的建造成本和用电成本分别只有现代化温室的 27.9% 和 49.0%, 土地利用率为现代化温室的 49.6%。

关键词:日光温室; 现代化温室; 集约化育苗; 温度; 湿度

中图分类号:S 626 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2013)16-0058-03

育苗是蔬菜生产和蔬菜产业发展的重要环节与基础环节。传统的一家一户分散式育苗方式因设施简陋、管理水平不一、育苗效率低等问题, 已经难以适应现代蔬菜生产和产业发展的需要^[1-2]。集约化育苗具有资源利用率高、管理技术水平高、育苗周期短, 幼苗质量好等优点, 成为近年来各地蔬菜产业发展重点推广的关键技术之一^[3-6]。但目前, 蔬菜集约化育苗从设施装备到技术领域都还有一些有待完善和规范的地方。在育苗设施方面, 现代化温室用于集约化育苗, 虽然环境调控能

力强, 但建造和运行成本高^[3]。日光温室虽建造和运行成本低, 但夏季温度不易控制。针对这种情况, 课题组为日光温室配套了湿帘降温系统和外遮阳系统形成育苗专用温室, 并比较了这种日光育苗温室与现代化温室在夏季育苗中的应用情况, 以期提出适合我国国情的集约化育苗专用设施提供依据和参考。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于 2012 年 7~10 月在河北涿州市义和庄乡蔬菜标准园进行。涿州市位于河北省中部, 东经 115°44'~116°15', 北纬 39°21'~39°36'。年平均温度 11.6℃。极端最高温度 41.9℃。极端最低温度 -24.7℃。平均初霜日 10 月 15 日, 终霜日 4 月 21 日, 无霜期 182 d。

第一作者简介:乜兰春(1966-), 女, 河北故城人, 博士, 教授, 研究方向为蔬菜生理生态。E-mail: yynlc@hebau.edu.cn.

基金项目:国家星火计划资助项目(S2011A200021)。

收稿日期:2013-04-15

other red, yellow, white, purple film processing for the CO₂ saturation point were 800 μL/L, the other two processing of blue and green film were 1 000 μL/L, which Blu-ray had the top of the CO₂ saturation point. White film processing had the highest chlorophyll content, green film was the lowest. Path coefficient analysis of main factors that effects photosynthetic rate under each different film showed that the white film processing tomatoes were intercellular CO₂ concentration and transpiration rate, red film processing tomatoes were CO₂ concentration and air relative humidity, red film processing tomatoes were CO₂ concentration and air relative humidity, blue film processing tomatoes were CO₂ concentration and photosynthetic active radiation, yellow film processing tomatoes were the inter-cellular CO₂ concentration and air humidity, purple film processing tomatoes were the atmospheric CO₂ concentration and intercellular CO₂ concentration, green film processing tomatoes were the membrane cell between the CO₂ concentration and air relative humidity.

Key words: tomato; color film; photosynthesis characteristics