

陈连珠,张雪彬,陶 凯,等. 不同颜色防虫网下豇豆光合生理及叶绿素荧光参数分析[J]. 江苏农业科学,2019,47(24):100-103.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.24.024

不同颜色防虫网下豇豆光合生理 及叶绿素荧光参数分析

陈连珠, 张雪彬, 陶 凯, 杨小锋

(三亚市南繁科学技术研究院,海南三亚 572000)

摘要:采用大田试验,设置咖啡色、黄色、红色、绿色、蓝色、灰色、白色等 7 种不同颜色防虫网覆盖处理,以露地作为对照,探讨不同颜色防虫网覆盖对豇豆光合生理及叶绿素荧光参数的影响。结果表明,覆盖防虫网的豇豆净光合速率(P_n)均较露地处理增加,蓝色防虫网处理的 P_n 和气孔导度(G_s)最大,其次为绿色防虫网处理;防虫网覆盖处理的表观量子效率(apparent quantum yield,简称 AQY)均较露地处理增加,暗呼吸速率(R_d)和光补偿点(light compensation point,简称 LCP)均较露地降低,蓝色防虫网处理的 AQY 最大,其次为绿色和红色防虫网处理;叶绿素 a、叶绿素 b、叶绿素 a+b、类胡萝卜素含量均较露地增加,叶绿素 a/b 均较露地降低,以绿色防虫网处理变化最为显著;防虫网覆盖可提高豇豆叶片初始荧光和最大荧光,降低光适应下 PS II 最大光化学量子效率(F_v'/F_m')、实际光化学效率($\Delta F/F_m'$)、表观电子传递速率(electron transport rate,简称 ETR)、光化学猝灭系数(q_p),红色防虫网处理的光化学效率降低幅度最大,其次为黄色防虫网,白色防虫网处理的光化学效率基本不受影响甚至有所增加。综合各指标,白色防虫网处理下的豇豆光合及叶绿素荧光参数表现最优,其次为绿色和蓝色防虫网处理。

关键词:有色防虫网;豇豆;光合;叶绿素荧光

中图分类号:S643.401

文献标志码:A

文章编号:1002-1302(2019)24-0100-04

光选择防虫网覆盖栽培成为现今广泛使用的非化学保护措施,在高温和高强光的恶劣气候下对作物进行物理保护,同时可避免鸟、虫引起的病毒传播,减少病虫害的发生以及农药

的使用,对提高农产品安全具有重要意义,还能通过改变光质引起植物相应的生理变化。不同颜色防虫网具有光散射和改变红光/远红光比例的光过滤及光选择性能^[1],通过提高散射光比例,吸收不同波段的光,改变光质^[2]。作物中与光质相关的生理响应包括坐果率、果实大小、果质量、果实颜色及采收时间^[3-4]。使用不同颜色防虫网覆盖栽培番茄可以提高商品果产量,同时可预防果实日灼伤^[5]、脐腐病以及裂果等。

豇豆已成为海南地区冬季蔬菜的主栽品种,也是农民增收的首选作物之一。目前在国内不乏防虫网覆盖栽培豇豆的研究,但主要集中在防虫网的防虫效果及对生长发育的影响方面^[6-8],而关于不同颜色防虫网对豇豆光合生理及荧光特

收稿日期:2018-10-16

基金项目:国家科技支撑计划(编号:2014BAD05B04);海南省热带设施农业工程中心专项。

作者简介:陈连珠(1986—),女,广东惠州人,硕士,助理研究员,主要从事蔬菜栽培等研究。E-mail:344703924@qq.com。

通信作者:杨小锋,博士,研究员,主要从事设施农业工程研究。E-mail:hnmelon2008@163.com。

[17]陈俊愉,邓朝佐. 用百分制评选三种金花茶优株试验[J]. 北京林业大学学报,1986(3):35-43.

[18]王四清. 地被菊遗传育种研究[D]. 北京:北京林业大学,1993.

[19]赵焕臣,许树柏,和金生,等. 层次分析法——一种简易的新决策方法[M]. 北京:北京林业大学,1986.

[20]Saaty T L. The analytic hierarchy process[M]. New York:Mc Graw Hill Inc,1980.

[21]吕伟奇,张 霁,左智天,等. 基于灰色关联度分析法的滇龙胆质量评价[J]. 中国实验方剂学杂志,2017,23(13):66-72.

[22]刘 斌,安 力,刘 涛,等. 基于灰色关联度分析的旱砂地籽瓜/花生间作模式评价[J]. 河南农业科学,2016,45(1):96-99.

[23]孙 颖,刘 儒,雷小林,等. 日本野漆树果实品质的灰色关联度分析[J]. 中南林业科技大学学报,2017,37(4):39-41.

[24]李秀玲,刘 君,宋海鹏,等. 13 种观赏草在南京地区夏秋两季观赏价值的灰色关联分析[J]. 草业科学,2010,27(2):39-44.

[25]柯 梅,朱 昊,梁维维,等. 苏丹草农艺性状与产量、品质间的灰色关联度分析[J]. 草业科学,2016,33(5):949-955.

[26]Deng J L. The control problems of grey systems[J]. Systems & Control Letters,1982,11(5):288-294.

[27]王晓晖,王占营,吴建梅,等. 灰色关联度分析法评价三十个紫斑牡丹品种[J]. 北方园艺,2016(18):57-61.

[28]王艳芳,李 戈,唐 玲,等. 基于灰色关联度分析和 DTOPSIS 法的肾茶种质资源综合评价[J]. 中国农学通报,2017,33(10):92-99.

[29]胡建斌,李 琼,李 静. 薄皮甜瓜果实相关性状的灰色关联分析[J]. 湖南农业科学,2010(21):119-121.

[30]高小丽,廖文华,王姗姗,等. 豌豆主要农艺和品质性状的相关性及灰色关联度分析[J]. 作物杂志,2016(5):56-60.

[31]邓聚龙. 灰色系统理论教程[M]. 武汉:华中理工大学出版社,1990.

性影响的研究仍未见报道。因此,本试验研究不同颜色(咖啡色、黄色、红色、绿色、蓝色、灰色、白色)防虫网对豇豆叶片色素含量、光合特性和叶绿素荧光动力学参数的影响,以期为豇豆光选择生产提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计与方法

试验于 2018 年 1—4 月在海南省三亚市南繁科学技术研究院农业科技示范园进行,以美满天下豇豆为试材,设置咖啡色、黄色、红色、绿色、蓝色、灰色、白色防虫网覆盖和露地共 8 个处理,各防虫网覆盖处理遮光率约 30%,以露地为对照,采用随机区组设计,每个处理重复 4 次,双行种植,小区面积为 12 m²。

1.2 测定指标及方法

1.2.1 光合作用测定 测定气体交换参数时选择光合有效辐射(photosynthetically active radiation,简称 PAR)为 1 000 μmol/(m²·s)时的数据,包括净光合速率(P_n)、气孔导度(G_s)、胞间 CO₂ 浓度(C_i)和蒸腾速率(T_r),用公式 $WUE = P_n/T_r$ 计算瞬时水分利用效率(water use efficiency,简称 WUE)。

1.2.2 光响应曲线测定 于 09:00—11:00 用 TARGAS-1 型便携式光合仪(美国 PP systems)测定各处理作物上部完全伸展功能叶的光合参数,光合有效辐射梯度为 2 000、1 800、1 500、1 200、1 000、800、400、200、100、50、0 μmol/(m²·s)。以 PAR 为 x 轴,净光合速率(P_n)为 y 轴,得到 P_n -PAR 响应曲线。用抛物线模型 $y = ax^2 + bx + c$ 拟合该曲线,其中抛物线顶点坐标的 y 值为最大净光合速率(P_{nmax}),90% P_{nmax} 处的对应 x 值为光饱和点(light saturation point,简称 LSP),同时用 0~200 μmol/(m²·s)下的数据作直线回归,方程为 $y = ax + b^{[9]}$, a 为表观量子效率(apparent quantum yield,简称 AQY),

$-b$ 为暗呼吸速率(R_d), $-b/a$ 为光补偿点(light compensation point,简称 LCP)。

1.2.3 叶绿素荧光参数测定 叶绿素荧光参数使用 FMS2 脉冲调制荧光仪(英国 Hansatech)进行测定,先测定光适应条件下光适应下 PS II 最大光化学量子效率(F_v'/F_m')、实际光化学效率($\Delta F/F_m'$)、表观电子传递速率(electron transport rate,简称 ETR)、光化学猝灭系数(q_p),然后夹上暗适应叶夹,暗适应 20 min 后测定初始荧光(F_0)、初始荧光(F_m)和暗适应下最大光化学量子效率(F_v/F_m),并利用公式 $NPQ = F_m'/F_m - 1$ 计算非光化学猝灭系数(non-photochemical quenching,简称 NPQ)。

1.2.4 光合色素测定 选择中部同一节位的成熟叶片进行叶绿素、类胡萝卜素含量的测定,用 95% 乙醇提取法提取色素,并用分光光度法在 665、649、470 nm 处测定叶绿素 a、叶绿素 b、类胡萝卜素含量^[10],每个处理重复 3 次。

1.3 数据分析

测定结果采用 Excel 2003 和 SPSS 18.0 软件进行分析。

2 结果与分析

2.1 不同颜色防虫网对豇豆气体交换参数的影响

由表 1 可知,覆盖防虫网的豇豆净光合速率均较露地处理增加,其中蓝色防虫网覆盖处理的净光合速率最大,显著大于其他处理;蓝色、绿色防虫网覆盖处理的气孔导度较大,显著大于其他处理;绿色防虫网覆盖处理的胞间 CO₂ 浓度最大,显著大于白色防虫网覆盖处理,但与其他处理差异不显著;蓝色防虫网覆盖处理的蒸腾速率最大,显著大于其他处理,黄色防虫网覆盖处理的蒸腾速率最小;黄色和咖啡色防虫网覆盖处理的水分利用效率较大,显著大于红色、蓝色、灰色防虫网覆盖及露地处理。说明防虫网覆盖可提高豇豆的光合能力,其中以蓝色防虫网效果最显著。

表 1 不同颜色防虫网处理豇豆气体交换参数

处理	净光合速率 [μmol/(m ² ·s)]	气孔导度 [mmol/(m ² ·s)]	胞间 CO ₂ 浓度 (μmol/mol)	蒸腾速率 [mmol/(m ² ·s)]	水分利用效率 (μmol/mmol)
露地	17.20 ± 0.34d	379.33 ± 28.01b	282.67 ± 2.08ab	2.13 ± 0.17de	8.09 ± 0.54cd
咖啡色防虫网	18.98 ± 0.58c	394.67 ± 34.12b	274.33 ± 3.51ab	1.91 ± 0.10e	9.93 ± 0.25ab
黄色防虫网	18.79 ± 0.98c	350.0 ± 82.46b	279.0 ± 9.90ab	1.87 ± 0.16e	10.1 ± 1.13a
红色防虫网	19.21 ± 0.22bc	438.67 ± 37.63b	274.0 ± 6.56ab	2.50 ± 0.08c	7.69 ± 0.28d
绿色防虫网	20.62 ± 0.26b	571.33 ± 29.02a	285.0 ± 3.00a	2.28 ± 0.05cd	9.03 ± 0.30bc
蓝色防虫网	22.08 ± 0.82a	576.33 ± 98.78a	275.33 ± 8.39ab	3.56 ± 0.22a	6.21 ± 0.26e
灰色防虫网	18.29 ± 0.36cd	434.33 ± 51.94b	278.0 ± 7.81ab	2.92 ± 0.11b	6.27 ± 0.16e
白色防虫网	17.97 ± 1.78cd	338.33 ± 76.01b	266.33 ± 4.93b	2.01 ± 0.23e	8.98 ± 0.59bc

注:同列数据后不同小写字母表示不同处理间差异显著($P < 0.05$)。下表同。

2.2 不同颜色防虫网对豇豆光响应的影响

由表 2 可知,白色防虫网覆盖处理的最大净光合速率最大,但处理间没有显著差异;表观量子效率由高到低依次为蓝色防虫网处理 > 红色防虫网处理 = 绿色防虫网处理 > 黄色防虫网处理 > 咖啡色防虫网处理 > 灰色防虫网处理 > 白色防虫网处理 > 露地处理;暗呼吸速率由高到低依次为露地处理 > 绿色防虫网处理 > 蓝色防虫网处理 > 红色防虫网处理 > 咖啡色防虫网处理 > 黄色防虫网处理 > 白色防虫网处理 > 灰色防

虫网处理,其中黄色、灰色、白色防虫网处理的暗呼吸速率显著低于对照;防虫网覆盖处理的光补偿点均显著低于露地处理,依次为露地处理 > 咖啡防虫色网处理 > 绿色防虫网处理 > 蓝色防虫网处理 > 红色防虫网处理 > 白色防虫网处理 > 黄色防虫网处理 > 灰色防虫网处理;光饱和点由高到低依次为白色防虫网处理 > 绿色防虫网处理 > 露地处理 > 灰色防虫网处理 > 黄色防虫网处理 > 红色防虫网处理 > 咖啡色防虫网处理 > 蓝色防虫网处理。说明防虫网覆盖有利于豇豆提高对

表 2 不同颜色防虫网处理的豇豆光响应

处理	最大净光合速率 [$\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]	表观量子效率 ($\mu\text{mol}/\text{mol}$)	暗呼吸速率 [$\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]	光补偿点 [$\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]	光饱和点 [$\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]
露地	29.25 ± 2.33a	0.022 ± 0.004d	2.42 ± 0.21a	106.42 ± 11.35a	1 686.17 ± 172.19ab
咖啡色防虫网	28.77 ± 1.82a	0.029 ± 0.001bc	2.07 ± 0.29abc	71.55 ± 7.20b	1 455.98 ± 278.97bc
黄色防虫网	28.48 ± 2.62a	0.033 ± 0.002ab	1.80 ± 0.20bcd	55.25 ± 2.82de	1 614.25 ± 322.23abc
红色防虫网	28.23 ± 0.85a	0.034 ± 0.002a	2.10 ± 0.28abc	62.21 ± 5.36bcde	1 567.17 ± 95.92abc
绿色防虫网	28.99 ± 0.62a	0.034 ± 0.001a	2.39 ± 0.10a	70.47 ± 4.01bc	1 788.47 ± 169.48ab
蓝色防虫网	27.55 ± 2.46a	0.035 ± 0.001a	2.25 ± 0.27ab	64.89 ± 5.40bcd	1 302.90 ± 198.93c
灰色防虫网	28.42 ± 0.69a	0.028 ± 0.003c	1.40 ± 0.35d	49.97 ± 8.13e	1 636.33 ± 74.65abc
白色防虫网	30.61 ± 0.73a	0.025 ± 0.003cd	1.68 ± 0.35cd	57.24 ± 10.29cde	1 918.77 ± 88.52a

弱光的利用能力,扩大可利用光照度范围,减少暗呼吸消耗。

2.3 不同颜色防虫网对豇豆光合色素含量的影响

覆盖防虫网的豇豆叶绿素 a、叶绿素 b、叶绿素 a + b、类胡萝卜素含量均较露地处理增加,而叶绿素 a/b 均较露地降低;绿色防虫网处理的叶绿素 a、叶绿素 b、叶绿素 a + b、类胡

萝卜素含量总体最大,其次为蓝色和灰色防虫网处理,而叶绿素 a/b 表现大致相反。说明防虫网覆盖有利于豇豆提高光合色素含量,且叶绿素 b 的增加量大于叶绿素 a,而不同颜色防虫网下的光环境差异使光合色素含量变化存在差异。

表 3 不同颜色防虫网处理对豇豆光合色素含量的影响

处理	叶绿素 a 含量 (mg/g)	叶绿素 b 含量 (mg/g)	类胡萝卜素含量 (mg/g)	叶绿素 a + b 含量 (mg/g)	叶绿素 a/b
露地	1.31 ± 0.08d	0.49 ± 0.05d	0.27 ± 0.01c	1.80 ± 0.13d	2.70 ± 0.08a
咖啡色防虫网	1.71 ± 0.07bc	0.70 ± 0.03bc	0.31 ± 0.02ab	2.41 ± 0.09bc	2.42 ± 0.01bc
黄色防虫网	1.71 ± 0.09bc	0.72 ± 0.04bc	0.31 ± 0.03ab	2.43 ± 0.12bc	2.37 ± 0.05bcd
红色防虫网	1.66 ± 0.19bc	0.73 ± 0.11bc	0.28 ± 0.04bc	2.39 ± 0.30bc	2.29 ± 0.09cd
绿色防虫网	1.91 ± 0.08a	0.85 ± 0.08a	0.33 ± 0.01a	2.76 ± 0.15a	2.27 ± 0.11d
蓝色防虫网	1.83 ± 0.13ab	0.79 ± 0.08ab	0.33 ± 0.01a	2.62 ± 0.21ab	2.31 ± 0.08cd
灰色防虫网	1.82 ± 0.08ab	0.78 ± 0.05ab	0.32 ± 0.02a	2.60 ± 0.14ab	2.32 ± 0.07bcd
白色防虫网	1.54 ± 0.04c	0.63 ± 0.02c	0.29 ± 0.00bc	2.16 ± 0.06c	2.46 ± 0.01b

2.4 不同颜色防虫网对豇豆叶绿素荧光参数的影响

由表 4 可知,防虫网覆盖处理的初始荧光均较露地处理增加,其中红色防虫网处理的初始荧光最大,但处理间没有显著差异;最大荧光由高到低依次为红色防虫网处理 > 黄色防虫网处理 > 蓝色防虫网处理 > 绿色防虫网处理 > 白色防虫网处理 > 灰色防虫网处理 > 露地处理 > 咖啡色防虫网处理;咖啡色网 F_v/F_m 显著低于露地,其他各处理间没有显著差异; F_v'/F_m' 由高到低依次为露地处理 > 绿色防虫网处理 = 蓝色防虫网处理 > 黄色防虫网处理 > 白色防虫网处理 > 咖啡色防虫网处理 > 灰色防虫网处理 > 红色防虫网处理;实际光化学效率由高到低依次表现为露地处理 = 白色防虫网处理 > 绿色

防虫网处理 > 蓝色防虫网处理 > 灰色防虫网处理 > 咖啡色防虫网处理 > 黄色防虫网处理 > 红色防虫网处理;表观电子传递速率表现为白色防虫网处理 > 绿色防虫网处理 > 露地处理 > 灰色防虫网处理 > 蓝色防虫网处理 > 咖啡色防虫网处理 > 黄色防虫网处理 > 红色防虫网处理;光化学猝灭系数由高到低依次为白色防虫网处理 > 露地处理 > 灰色防虫网处理 > 绿色防虫网处理 > 蓝色防虫网处理 > 咖啡色防虫网处理 > 黄色防虫网处理 > 红色防虫网处理;非光化学猝灭系数由大到小依次为黄色防虫网处理 > 红色防虫网处理 > 白色防虫网处理 > 绿色防虫网处理 > 露地处理 > 灰色防虫网处理 > 蓝色防虫网处理 > 咖啡色防虫网处理。

表 4 不同颜色防虫网处理对豇豆叶绿素荧光参数的影响

处理	F_o	F_m	F_v/F_m	F_v'/F_m'	$\Delta F/F_m'$	ETR	q_P	NPQ
露地	52.67 ± 0.58a	398.67 ± 24.01bc	0.87 ± 0.01a	0.77 ± 0.02a	0.57 ± 0.02a	5.69 ± 0.18a	0.74 ± 0.03ab	1.63 ± 0.15cde
咖啡色防虫网	62.67 ± 6.51a	383.67 ± 40.08c	0.84 ± 0.03b	0.70 ± 0.04b	0.48 ± 0.05ab	4.03 ± 0.44b	0.69 ± 0.04b	1.42 ± 0.10e
黄色防虫网	61.33 ± 10.69a	455.33 ± 46.61ab	0.87 ± 0.01a	0.72 ± 0.01ab	0.40 ± 0.04b	3.61 ± 0.55b	0.56 ± 0.05c	2.41 ± 0.29a
红色防虫网	67.67 ± 8.39a	507.67 ± 33.72a	0.87 ± 0.01a	0.64 ± 0.05c	0.29 ± 0.05c	2.58 ± 0.45c	0.45 ± 0.05d	2.32 ± 0.23ab
绿色防虫网	59.33 ± 3.51a	447.33 ± 7.64ab	0.87 ± 0.01a	0.73 ± 0.03ab	0.53 ± 0.10a	5.07 ± 0.87a	0.72 ± 0.1ab	1.94 ± 0.36bcd
蓝色防虫网	63.67 ± 8.62a	451.00 ± 41.04ab	0.86 ± 0.01ab	0.73 ± 0.03ab	0.52 ± 0.03a	5.03 ± 0.22a	0.71 ± 0.02ab	1.55 ± 0.36de
灰色防虫网	61.00 ± 6.24a	426.33 ± 30.75bc	0.86 ± 0.00ab	0.68 ± 0.02bc	0.51 ± 0.03a	5.06 ± 0.24a	0.75 ± 0.04ab	1.56 ± 0.18de
白色防虫网	53.67 ± 2.89a	445.33 ± 15.31b	0.88 ± 0.00a	0.71 ± 0.02ab	0.57 ± 0.05a	5.72 ± 0.48a	0.80 ± 0.06a	2.02 ± 0.13abc

说明防虫网覆盖可提高暗适应下的初始荧光和最大荧光,降低光化学效率(F_v'/F_m' 、 $\Delta F/F_m'$)、表观电子传递速率及光化学猝灭系数。总体上红色防虫网处理的光化学效率降低幅度最大,其次为黄色防虫网,二者的非光化学猝灭系数均较对照显著增加,白色防虫网处理的光化学效率没有明显降低甚至有所增加。

3 讨论与结论

防虫网具有一定的遮阴效果,前人研究表明,遮阴通常会使得单叶的净光合速率降低^[11]。但本研究覆盖防虫网的豇豆单叶净光合速率均较露地处理增加,一方面是由于防虫网覆盖的遮阴率并未造成弱光胁迫,甚至可避免强光对光合系统的伤害,另一方面可能是由于不同颜色防虫网改变了光谱的组成,有利于豇豆光合速率的提升。

植物光响应曲线分析是研究植物光合能力的一种重要手段^[12],AQY 反映叶片的弱光利用能力,AQY 越大,植物利用弱光的能力越强^[13]。本研究中覆盖防虫网的豇豆 AQY 大多较露地处理显著提高,而 LCP 均较露地显著降低,说明防虫网覆盖提高了豇豆利用弱光的能力。蓝色防虫网处理 AQY 最大,其次为绿色、红色防虫网处理,说明不同颜色防虫网下的光环境差异影响了豇豆对光的利用能力。

植物在一定范围内对光环境有很强的自我调节与适应能力,为捕获更多的光能,部分植物在遮阴条件下会通过合成大量的叶绿素去适应弱光环境^[14]。叶绿素 a 的主要功能是进行光化学反应,叶绿素 b 的主要功能是光能收集,在遮阴条件下,增加叶绿素 b 的含量显得更重要,而叶绿素 a/b 降低有利于提高叶片对弱光的利用能力^[15]。本研究覆盖防虫网的叶绿素 a、叶绿素 b 含量较露地处理增加,而叶绿素 a/b 较露地处理降低,充分验证以上观点。而不同颜色防虫网的叶绿素 a/b 有所差异,说明不同光环境导致豇豆对叶绿素 a 和叶绿素 b 的需求不尽相同。绿色防虫网处理的光合色素含量最大,说明绿色防虫网下的光环境有利于促进豇豆光合色素的合成。

叶绿素荧光参数可以更直观地反映不同光照条件下植物光合反应中心的开放程度以及热耗散等情况,是研究光合作用的理想探针^[16]。本研究中,由于防虫网的遮阴效果,覆盖防虫网可导致 F_o 、 F_m 增加, F_v'/F_m' 、 $\Delta F/F_m'$ 、ETR、 q_p 下降,与李彩斌等研究认为的遮阴导致 F_o 、 F_m 增加, $\Delta F/F_m'$ 、ETR、 q_p 下降的结论^[17]基本一致。防虫网覆盖可使豇豆叶片 PS II 反应中心的开放比例降低(表现为 q_p 降低),光化学耗散的光能减少(F_v'/F_m' 、 $\Delta F/F_m'$ 降低),非光化学耗散的光能增加(黄色、红色、绿色防虫网处理的 NPQ 增加),光合电子传递速率下降,出现不同程度的光抑制。

防虫网覆盖栽培可提高豇豆光合色素含量、捕光能力、弱光的利用能力(表观量子效率较露地处理提高,光补偿点较露地处理降低),从而提高净光合速率,但防虫网覆盖使光化学量子效率有所降低,光化学耗散的光能减少,出现不同程度的光抑制,而白色防虫网处理的光化学效率基本不受影响甚

至有所增加,总体上红色防虫网处理的光化学效率降低幅度最大,其次为黄色防虫网处理。综合各指标,白色防虫网处理下的豇豆光合及叶绿素荧光参数表现最优,其次为绿色、蓝色防虫网处理。

参考文献:

- [1] Fletcher J M, Tatsiopoulou A, Mpezamihigo M, et al. Far - red light filtering by plastic film, greenhouse - cladding materials: effects on growth and flowering in petunia and impatiens [J]. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 2005, 80 (3): 303 - 306.
- [2] Shahak Y, Gal E, Offir Y, et al. Photosensitive shade netting integrated with greenhouse technologies for improved performance of vegetable and ornamental crops [J]. Acta Horticulturae, 2008 (797): 75 - 80.
- [3] Shahak Y, Gussakovsky E E, Gal E, et al. Colornets: crop protection and light - quality manipulation in one technology [J]. Acta Horticulturae, 2004 (659): 143 - 151.
- [4] Rajapakse N C, Shahak Y, Whitlam G C, et al. Light quality manipulation by horticulture industry [M] // Light and plant development. UK: Blackwell Publishing, 2007.
- [5] El - Gizawy A M, Abdallah M M F, Gomaa H M, et al. Effect of different shading levels on tomato plants [J]. Yield and fruit quality. Acta Hort, 1992, 323: 349 - 354.
- [6] 许如意, 李劲松, 肖日升, 等. 不同颜色防虫网覆盖栽培夏豇豆的综合效应比较 [J]. 农业工程技术 (温室园艺), 2008 (12): 34 - 35.
- [7] 许如意, 李劲松, 袁廷庆, 等. 不同颜色防虫网覆盖栽培对豇豆生长发育的影响 [J]. 热带农业科学, 2011, 31 (8): 46 - 50.
- [8] 罗 丰, 袁廷庆, 柯用春, 等. 不同颜色防虫网对豇豆生长特性、产量及蓟马发生量的影响 [J]. 南方农业学报, 2014, 45 (9): 1584 - 1588.
- [9] 祁 娟, 师尚礼, 徐长林, 等. 4 种披碱草属植物光合作用光响应特性的比较 [J]. 草业学报, 2013, 22 (6): 100 - 107.
- [10] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [11] 刘贤赵, 康绍忠, 周吉福. 遮阴对作物生长影响的研究进展 [J]. 干旱地区农业研究, 2001, 19 (4): 65 - 73.
- [12] 薛 伟, 李向义, 朱军涛, 等. 遮阴对疏叶骆驼刺叶形态和光合参数的影响 [J]. 植物生态学报, 2011, 35 (1): 82 - 90.
- [13] 刘建锋, 杨文娟, 江泽平, 等. 遮阴对濒危植物崖柏光合作用和叶绿素荧光参数的影响 [J]. 生态学报, 2011, 31 (20): 5999 - 6004.
- [14] 许岳飞, 金晶炜, 陈 浩, 等. 草坪植物耐弱光机理研究进展 [J]. 草地学报, 2011, 19 (6): 1064 - 1069.
- [15] 姜 武, 姜卫兵, 李志国. 园艺作物光合性状种质差异及遗传表现研究进展 [J]. 经济林研究, 2007, 25 (4): 102 - 108.
- [16] 李 瑞, 文 涛, 唐艳萍, 等. 遮阴对大豆幼苗光合和荧光特性的影响 [J]. 草业学报, 2014, 23 (6): 198 - 206.
- [17] 李彩斌, 郭华春. 遮光处理对马铃薯生长的影响 [J]. 西南农业学报, 2015, 28 (5): 1932 - 1935.