

黄瓜幼苗弱光耐受性相关指标研究

刘卫锋¹, 李丹丹², 杨菁¹, 秦智伟^{1*}, 辛明¹, 周秀艳¹

(1. 东北农业大学园艺园林学院, 黑龙江哈尔滨 150030; 2. 黑龙江八一农垦大学农学院, 黑龙江大庆 163319)

摘要 [目的]研究黄瓜幼苗弱光耐受性相关指标。[方法]以 M₂₂、M₁₉₋₁、M₁₄ 等 18 份弱光适应性不同的黄瓜品系为试材, 利用光照培养箱控制光照强度, 对照光强约为 300 μmol/(m²·s), 弱光处理光强约为 40 μmol/(m²·s), 研究黄瓜幼苗耐弱光指数、生长发育指标、光合特性及光合色素变化, 并对黄瓜耐弱光相关指标进行相关分析。[结果]弱光处理后, 黄瓜耐弱光品系如 M₂₂、M₆₇ 的各指标变化不显著, 弱光敏感品系 M₁₉₋₁ 的 Chla/Chlb 指标和不耐弱光品系 M₁₄ 的光合速率、蒸腾速率、叶面积及真叶鲜重指标明显低于对照。黄瓜幼苗的耐弱光指数与各性状的相关分析结果表明, 除叶面积、真叶鲜重与耐弱光指数未达到显著相关外, 其他均达到了显著相关或极显著相关。[结论]该研究可为黄瓜耐弱光品系选育提供理论依据。

关键词 黄瓜; 弱光; 耐受性; 相关指标

中图分类号 S642.2 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)27-0068-03

Related Index of Low-light Tolerance Ability of Cucumber Seedlings

LIU Wei-feng¹, LI Dan-dan², YANG Jing¹, QIN Zhi-wei^{1*} et al (1. College of Horticulture and Landscape, Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030; 2. College of Agronomy, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing, Heilongjiang 163319)

Abstract [Objective] To study the related index of low-light tolerance ability of cucumber seedlings. [Method] Eighteen genotypes of cucumber cultivars (M₂₂, M₁₉₋₁, etc.) with distinct tolerance ability to low light stress were treated by light incubators under different light conditions of 300 μmol/(m²·s) (control) and 40 μmol/(m²·s) (low-light), to investigate the index of the resistance to low-light, growth and development indicators, photosynthetic characteristics of cucumber seedlings, the change of photosynthetic pigment were also analyzed. [Result] After treating with low-light, no obvious differences were observed in high tolerance cultivar M₂₂, M₆₇, but the Chla/Chlb of low-light sensitive cultivar M19-1, the photosynthesis rate, leaf area and the true leaves fresh weight of the sensitive material to low-light stress-M₁₄ were significantly lower than that of control. In the correlation analysis of properties and indicators of cucumber seedlings under low-light, results showed that the indicators were significantly or extremely correlated with the low-light resistance, except for the leaf area and the fresh weight of leaves. [Conclusion] The study provided a theoretical basis for selecting and breeding the low-light tolerance strains of cucumber.

Key words Cucumbers; Low-light; Tolerance ability; Related index

黄瓜 (*Cucumis sativus* L.) 别名胡瓜、王瓜, 葫芦科甜瓜属, 起源于印度喜马拉雅山麓, 经长期驯化, 现已成为世界各国广泛栽培的主要蔬菜。黄瓜在我国已有 2 000 多年的栽培历史^[1], 目前已成为我国北方冬春季日光温室的主要作物之一。在我国北方地区, 冬春季光照较弱, 再加上为保温而设置的多层覆盖物常常使黄瓜处于弱光胁迫之中, 尤其是阴雨雪天, 光照处于黄瓜光补偿点, 日光温室黄瓜生产长期处于偏低温(白天低于 20 ℃, 夜间处于 10~12 ℃或更低)和弱光(5 000 lx 以下)环境中, 从而使黄瓜植株生长速度变慢^[2], 黄瓜叶片光合速率下降^[3], 叶片反卷、沤根, 严重时造成减产甚至绝产^[4]。弱光一直是我国北方保护地黄瓜栽培及连绵阴雨期生长的主要障碍之一, 解决这一问题的有效方法是选育并推广耐弱光黄瓜品系。而黄瓜耐弱光性是受多基因控制的性状, 耐弱光胁迫途径比较复杂, 单一的弱光鉴定指标难以反映出植株对弱光适应的综合能力, 需要严格的鉴定条件与可靠的鉴定体系, 采用多项指标的综合评价能比较准确地评价植物的耐弱光性。寻找不同时期幼苗的半致死关键节点, 建立可靠的鉴定体系至关重要。该研究通过测定 18 份黄瓜品系的形态和生理生化指标, 确定黄瓜耐弱光性相关性状, 综合评价黄瓜对弱光胁迫的反应, 以为黄瓜耐弱光

品系选育提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料 选用 M₂₂、M₂₁、M₆₇、M₆₁、M₇₀、M₁₉₋₁、M₁₄ 及巴尔特等 18 个弱光耐受性及生态型不同的黄瓜高代自交系为试材, 以上试材由黑龙江八一农垦大学农学院黄瓜课题组提供。

1.2 方法

1.2.1 试验设计。于 2015 年 10 月将亲本材料播于已消毒的育苗盘内, 基质为草炭、蛭石。随机区组设计, 3 次重复, 每次重复种植 10 株, 利用光照培养箱严格控制生长条件。

1.2.2 材料准备。黄瓜种子用 5% 次氯酸钠溶液消毒 10 min 后, 清水冲洗, 放入垫有 2 层滤纸的培养皿中, 于恒温培养箱中 28 ℃催芽, 待胚根长至 0.5 cm 左右时, 播种于塑料育苗钵内, 20~25 ℃温室内育苗。

1.2.3 弱光处理时期和方法。弱光处理时期: 子叶平展、一叶一心和三叶一心 3 个时期; 弱光处理方法: 光照培养箱内进行弱光处理, 光照培养箱内设苗架(4 层), 通过调节亮灯数目调节光强。

1.2.4 选择压力与处理时间。共设 2 种光强处理: 光照培养箱中处理光强为 3 级[约 40 μmol/(m²·s)], 日平均温度为 25 ℃/15 ℃(昼/夜), 分别处理 15 d 后除去边株, 随机取样; 对照日平均光强约为 300 μmol/(m²·s), 日平均温度为 28 ℃/18 ℃(昼/夜)。

1.2.5 测定指标。形态指标: 下胚轴粗、下胚轴长、真叶鲜重、子叶鲜重、叶面积; 光合特性: 光合速率、气孔导度、胞间

基金项目 黑龙江省青年自然科学基金项目(QC2016035)。

作者简介 刘卫锋(1990—), 男, 山东巨野人, 硕士研究生, 研究方向: 黄瓜分子遗传育种。*通讯作者, 教授, 博士, 博士生导师, 从事黄瓜遗传育种研究。

收稿日期 2017-07-14

CO₂ 浓度、蒸腾速率等; 叶片叶绿素 a (Chla)、叶绿素 b (Chlb)。

1.3 田间鉴定方法

1.3.1 弱光伤害分级标准。依据 3 个不同时期幼苗对弱光胁迫的响应,对弱光胁迫后的幼苗进行目测分级,划分 5 级弱光伤害级别。0 级:子叶完好,叶片正常,无明显受害症状;1 级:子叶轻度下垂,叶片轻度退绿,植株未徒长;2 级:子叶出现退绿斑点,子叶下垂角度 45°,真叶叶柄退绿,第 1 片真叶退绿面积达 30%,叶片未完全黄化,第 2 片真叶叶尖退绿,见光后能够恢复;3 级:子叶及第 1 片真叶退绿面积达 50%,第 2 片真叶边缘退绿,下胚轴伸长变细,植株徒长,叶面积生长量变小;4 级:子叶约 90° 重度下垂,出现坏死斑点,真叶失水黄化,出现花打顶(三叶一心时开始处理材料);5 级:子叶坏死黄化,真叶失水黄化萎蔫,茎软化,植株死亡。

1.3.2 耐弱光指数计算方法。将单一弱光胁迫下黄瓜幼苗受害情况按目测分为 5 级,每一级设定相应标准,依据 0~5 级鉴定标准,计算耐弱光指数:

$$\begin{aligned} \text{弱光抑制指数} &= (\sum xa) / (n \sum x) \\ &= (x_1 a_1 + x_2 a_2 + x_3 a_3 + \dots + x_n a_n) / (n \sum x) \\ \text{耐弱光指数} &= 1 / \text{弱光抑制指数} \end{aligned}$$

式中, $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ 为各级伤害的植株数; $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ 为各伤害等级; n 为最高级数 5; $\sum x$ 为总株数 10 株。

1.3.3 指标测定方法。用直尺测量下胚轴长;用游标卡尺测量下胚轴粗;叶面积用 LI-23000 型叶面积仪测量;光合速率、气孔导度、蒸腾速率用 LI-26400 光合仪测定。

1.4 数据分析 应用 Excel 进行数据处理,计算平均值,采用 SAS 9.0 软件进行多元方差分析、因子分析和聚类分析。

2 结果与分析

2.1 不同品系耐弱光性鉴定 参试的 18 份黄瓜材料,其耐弱光指数存在真实的差异,可以利用耐弱光指数进行不同品系耐弱光性鉴定研究。表 1 列出了 18 份黄瓜自交系幼苗期的耐弱光指数及耐性类型。根据耐弱光指数把 18 份材料分成高耐弱光品系 HT;耐弱光品系 T;中等耐弱光品系 MT;弱光敏感品系 S 和不耐弱光品系 HS 共 5 种耐性类型。表 1 中耐弱光指数为平均值,其值越大表明耐弱光性越强。由表 1 可知, M_{22} 和巴尔特 2 个品系的耐弱光指数比较高,分别为 2.89、2.36,并与其他 16 份自交系的耐弱光指数存在显著差异,属于高耐弱光类型 HT; M_{67} 、 M_{21} 、 M_{61} 的耐弱光指数分别为 2.00、1.96、1.88,稍低于高耐弱光类型,属于耐弱光类型 T; M_{70} 、 M_4 、 M_{34} 的耐弱光指数分别为 1.85、1.80 和 1.77,稍低于耐弱光类型,属于耐弱光中等类型; M_3 、 M_{19-1} 、 M_{12} 、 M_{43} 、 M_{28} 、 M_8 、 M_2 这 7 个品系的耐弱光指数位于 1.45~1.67,低于耐弱光中等类型,属于弱光敏感类型; M_{44} 、 M_{36} 、 M_{14} 这 3 个品系的耐弱光指数在 1.40 左右,并与其他 15 份自交系的耐弱光指数存在显著差异,属于不耐弱光类型。该试验筛选 M_{22} 、 M_{67} 和 M_{14} 进行下一步的鉴定分析。

表 1 黄瓜幼苗期不同品系耐弱光指数及耐性类型

Table 1 Low-light tolerance index and tolerance type of different cucumber materials in seedling stage

品系 Material	耐弱光指数 Low-light tolerance index	耐性类型 Tolerance type	品系 Material	耐弱光指数 Low-light tolerance index	耐性类型 Tolerance type
M_{22}	2.89 a	HT	M_{19-1}	1.64 cd	S
巴尔特	2.36 a	HT	M_{12}	1.63 cd	S
M_{67}	2.00 b	T	M_{43}	1.58 cd	S
M_{21}	1.96 b	T	M_{28}	1.55 cd	S
M_{61}	1.88 b	T	M_8	1.46 d	S
M_{70}	1.85 bc	MT	M_2	1.45 d	S
M_4	1.80 bc	MT	M_{44}	1.41 e	HS
M_{34}	1.77 bc	MT	M_{36}	1.41 e	HS
M_3	1.67 c	S	M_{14}	1.40 e	HS

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)

Note: Values with different lowercase letter mean significant difference ($P < 0.05$)

2.2 生长发育指标与耐弱光性的关系 表 2 给出了 M_{67} 、 M_{22} 、 M_{14} 这 3 个品系在幼苗期经弱光处理以后及处理以前的生长发育指标。从表 2 可以看出,弱光逆境对 M_{67} 及 M_{22} 这 2 个品系的下胚轴粗几乎没有影响,而明显抑制了不耐弱光品系 M_{14} 的下胚轴粗。弱光促进了下胚轴伸长、植株徒长,但在不同耐性品系间变化不明显。弱光处理后,幼苗真叶叶面积显著减小;不耐弱光品系 M_{14} 变化明显,从 14.71 cm² 下降到 12.80 cm²,耐弱光品系 M_{67} 和 M_{22} 的真叶叶面积在弱光处理前后没有显出差异。 M_{67} 、 M_{22} 弱光处理后的真叶鲜重和子叶鲜重有所减轻,不耐弱光品系 M_{14} 真叶鲜重明显降低,从 0.44 g 下降到 0.32 g。

表 2 黄瓜幼苗期不同品系弱光处理前后生长发育指标

Table 2 Growth and development traits of different cucumber materials in seedling stage before and after low-light treatment

品系 Material	下胚轴粗 Hypocotyl diameter cm	下胚轴长 Hypocotyl length cm	叶面积 Leaf area cm ²	真叶鲜重 Fresh weight of leaf//g	子叶鲜重 Fresh weight of cotyledon g
M_{67} T	0.27 a	3.40 bc	11.70 cd	0.27 bc	0.28 b
M_{67} CK	0.26 a	2.63 bc	12.31 c	0.40 ab	0.39 ab
M_{22} T	0.28 a	5.05 a	15.52 ab	0.44 a	0.38 ab
M_{22} CK	0.26 a	4.60 ab	17.90 a	0.36 ab	0.51 a
M_{14} T	0.14 b	4.00 ab	12.80 c	0.32 c	0.41 ab
M_{14} CK	0.26 a	3.93 b	14.71 b	0.44 a	0.40 ab

注:T 代表弱光处理组,CK 代表对照组;同列数据后不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)

Note: T means low-light treatment, CK means control group, values with different lowercase letter mean significant difference ($P < 0.05$)

2.3 光合指标与耐弱光性的关系 表 3 给出了 M_{67} 、 M_{22} 、 M_{14} 这 3 个品系在幼苗期经弱光处理以后及处理以前的光合指标。其中在光合速率方面,弱光处理后,耐弱光品系 M_{67} 、 M_{22} 黄瓜幼苗光合速率有所下降,而且随着处理时间延长,处理强度加大,不耐弱光品系 M_{14} 的光合速率变化幅度明显增加,从 $-4.92 \mu\text{mol CO}_2 / (\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 到 $-1.72 \mu\text{mol CO}_2 / (\text{m}^2 \cdot \text{s})$;在胞间 CO₂ 浓度上,弱光处理后,不耐弱光品系 M_{14} 变化最明显,从 139.37 $\mu\text{mol/mol}$ 到 320.51 $\mu\text{mol/mol}$,而耐弱光品

系 M_{67} 、 M_{22} 有所减少,但变化不明显;在蒸腾速率上,弱光处理后, M_{14} 明显减小,从 $2.71 \text{ mmol H}_2\text{O}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 到

$1.03 \text{ mmol H}_2\text{O}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,耐弱光品系 M_{22} 、 M_{67} 变化不明显。

表3 黄瓜幼苗期不同品系弱光处理前后光合指标

Table 3 Photosynthetic traits of different cucumber materials in seedling stage before and after low-light treatment

品系 Material	光合速率 Photosynthetic rate $\mu\text{mol CO}_2/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$	气孔导度 Stomatal conductance $\text{mol H}_2\text{O}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$	胞间 CO_2 浓度 Intercellular CO_2 concentration $\mu\text{mol}/\text{mol}$	蒸腾速率 Transpiration rate $\text{mmol H}_2\text{O}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$
M_{67} T	1.03 b	0.05 e	275.84 e	1.48 b
M_{67} CK	1.80 a	0.10 b	293.08 d	1.90 ab
M_{22} T	-1.57 d	0.09 c	339.28 a	1.37 b
M_{22} CK	-0.13 c	0.07 d	336.55 b	1.07 b
M_{14} T	-1.72 e	0.06 f	320.51 c	1.03 b
M_{14} CK	-4.92 f	0.15 a	139.37 f	2.71 a

注:T代表弱光处理;CK代表对照组;同列数据后不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)

Note:T means low-light treatment,CK means control group,values with different lowercase letter mean significant difference($P < 0.05$)

2.4 光合色素变化与耐弱光性的关系 表4给出了 M_{19-1} 、 M_{21} 、 M_{61} 、 M_{22} 这4个品系在幼苗期经弱光处理以后及处理以前的 Chla/Chlb 指标。在黄瓜幼苗光合试验中发现弱光处理的黄瓜幼苗叶绿素含量在处理初期 Chla 降低较少,而 Chlb 降低较多,造成 Chla/Chlb 上升。

2.5 黄瓜幼苗的耐弱光指数与各性状的相关分析 由表5可知,黄瓜幼苗各性状与耐弱光指数有密切的关系。其中下胚轴粗与耐弱光指数呈极显著正相关,相关系数为 0.98;下胚轴长与耐弱光指数呈显著负相关,相关系数为 -0.78;子叶鲜重与耐弱光指数呈极显著负相关,相关系数为 -0.92;光合速率与耐弱光指数呈极显著正相关,相关系数为 0.92;Chla/Chlb 与耐弱光指数呈极显著正相关,相关系数为 0.95;

叶面积、真叶鲜重与耐弱光指数未达到显著相关。

表4 黄瓜幼苗初期不同品系弱光处理前后 Chla/ Chlb 指标

Table 4 Chla/ Chlb of different cucumber materials in seedling stage before and after low-light treatment

品系 Material	Chla/Chlb	品系 Material	Chla/Chlb
M_{19-1} T	1.72 ab	M_{19-1} CK	1.56 bc
M_{22} T	1.25 cd	M_{22} CK	1.16 d
M_{61} T	1.62 bc	M_{61} CK	1.27 cb
M_{21} T	2.19 a	M_{21} CK	1.73 ab

注:T代表弱光处理,CK代表对照组;同列数据后不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)

Note:T means low-light treatment,CK means control group,values with different lowercase letter mean significant difference($P < 0.05$)

表5 黄瓜幼苗耐弱光指数与各性状的相关分析

Table 5 Correlation analysis between low-light tolerance index and different traits in cucumber seedling

指标 Traits	耐弱光指数 Low-light tolerance index	下胚轴粗 Hypocotyl diameter	下胚轴长 Hypocotyl length	叶面积 Leaf area	真叶鲜重 Fresh weight of leaf	子叶鲜重 Fresh weight of cotyledon	光合速率 Photosynthetic rate	Chla/ Chlb
耐弱光指数 Low-light tolerance index	1							
下胚轴粗 Hypocotyl diameter	0.98 **	1						
下胚轴长 Hypocotyl length	-0.78 *	-0.97 **	1					
叶面积 Leaf area	-0.57	-0.77	-0.81 *	1				
真叶鲜重 Fresh weight of leaf	-0.48	0.65	0.68	0.91 *	1			
子叶鲜重 Fresh weight of cotyledon	-0.92 **	0.78 *	-0.71 *	0.81 *	-0.89 **	1		
光合速率 Photosynthetic rate	0.92 **	0.69	0.95 **	0.98 **	0.95 *	0.78	1	
Chla/ Chlb	0.95 **	0.87	-0.87 *	0.94 **	0.87 *	0.65	0.99 **	1

注:*表示相关系数达显著相关水平($P < 0.05$);**表示相关系数达极显著相关水平($P < 0.01$)

Notes:* means significant correlation($P < 0.05$),** means extremely significant correlation($P < 0.01$)

3 结论与讨论

弱光处理下,黄瓜植株的下胚轴粗、下胚轴长、叶面积、真叶鲜重、子叶鲜重均增加,但增长量都低于对照。这与前人的研究结果一致^[5-6]。研究认为,低温弱光处理可以使植株茎的伸长和叶面积生长减缓,其影响程度取决于品系和低温逆境的强度^[7]。不同品系耐弱光性鉴定结果显示, M_{67} 和 M_{22} 对弱光的耐受性较强,而 M_{14} 的弱光耐受性较弱。

该试验表明在弱光处理条件下黄瓜叶片光合速率降低,这与卢育华等^[8]、张福漫等^[9]在温室中的试验结果相一致。随着温度降低和光照强度减弱,叶片净光合速率也逐步降

低^[10-12]。该试验中黄瓜品系在正常光温条件下,净光合速率呈上升趋势,低温弱光处理后,净光合速率都有不同程度的下降,耐弱光品系叶绿体数量较多,叶绿体破坏程度较轻,光合速率降低较少,这是其能够在弱光下保持较高产量的原因之一。

Chla以吸收长波光为主,Chlb则能有效地吸收以短波光为主的漫射光。在弱光环境中,Chlb含量增加幅度较大,Chla/Chlb有下降趋势。马德华等^[13]在黄瓜幼苗光合试验中发现弱光处理的黄瓜幼苗在处理初期 Chla 降低较少,而

(下转第 184 页)

誉,四千多年的文明史为徐州留下以两汉文化最为夺目的大量文化遗产和名胜古迹。两汉400年间留给后人的“汉代三绝”:汉墓、汉画像石、汉兵马俑为国内外所罕见。发展特色观光农业,差异化经营战略定位与深厚的文化底蕴相结合,打造一条文化旅游与田园休憩结合、实现产品功能与品牌的对接、农业旅游产品的包装结合历史文化的精品休闲观光游之路。

摆脱观光游功能单一的不足,充分发掘农村文化的丰富内涵,注重发展观光旅游农业形式的多样化。徐州市著名的5A级云龙湖旅游景区坐落于徐州市区南部,是以云龙山水自然景观为依托,以两汉、名士、宗教、军事文化为主要内容的综合一体城市型风景名胜区,周边不出几千米就是涉农村镇。抓住5A级云龙湖旅游景区的重大机遇,建设周边农村生态旅游绿道,让游客亲身体验“游云龙湖,登云龙山,再到生态绿道走一走”的旅游圈。

5 展望

当前,休闲观光农业的发展不仅面临着消费升级、产业转型和生态发展的市场发展机遇,更应抓住国家大力推进城镇化发展的政策和规划支持的机遇。

休闲观光农业发展有必要融入特色小镇建设工作中去,以企业为主体,以农业综合开发为产业物质基础,市场化运作,拓展“吃住行、游购娱”产业链,推动一二三产业贯通发展,为推动城镇化建设,全面建成小康社会目标提供强大支持。2017年徐州市的铜山区“汉王颐养小镇”、丰县“大沙河果都小镇”和邳州“官湖银杏小镇”的申建工作也是以休闲

观光农业为基础。

2016年7月,住房和城乡建设部、国家发展改革委、财政部联合颁布《关于开展特色小镇培育工作的通知》,明确提出,在全国范围内开展特色小镇培育工作,形成创新业态,促进经济转型升级,推动新型城镇化和新农村建设^[6]。

休闲观光农业顺应城乡消费需求升级,打破单一传统的农业发展格局,依托丰富的农业资源,有效利用特色文化民俗,发展优质高效、特色景观休闲农业,把“家园”和“田园”相结合,凸显人与自然环境和谐发展的高效农业特色,走一条因地制宜,绿水青山与“金山银山”有机统一的可持续发展之路。

参考文献

- [1] 徐州农业委员会. 徐州农业概况[EB/OL]. (2016-11-23)[2017-05-11]. http://www.xac.gov.cn/nw/nygk/20170321/003_d903cb71-823b-4ab8-8cce-a3b18191fc2.htm.
 - [2] 江苏省农业厅. 2016年首批“江苏省休闲观光农业示范村”评审结果公示[EB/OL]. (2016-11-23)[2017-05-11]. http://policy.irsp.cn/BS_Portal/Info/2016/11/23/34018e56-415a-48dc-984b-238429952faf.html.
 - [3] 徐州市召开休闲观光农业现场推进会[EB/OL]. (2014-04-16)[2017-05-11]. <http://www.jsagri.gov.cn/news/files/591852.asp>.
 - [4] 张薇薇. 徐州两汉饮食文化的地域特点[J]. 安徽建筑, 2015(6): 24-25.
 - [5] 王菊. 徐州两汉饮食文化的挖掘与价值研究[J]. 淮海文汇, 2016(4): 38-43.
 - [6] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 住房和城乡建设部 国家发展改革委 财政部关于开展特色小镇培育工作的通知: 建村[2016]147号[A/OL]. (2017-08-27)[2017-05-11]. http://www.mohurd.gov.cn/wjfb/201607/t20160720_228237.html.
- (上接第70页)
- Chlb降低较多,造成Chla/Chlb上升。该试验也验证了该结论。
- 该研究以耐弱光指数为主要指标结合多个性状进行综合分析,将存在显著差异的指标经过因子分析,归属为下胚轴长、叶面积等8个指标,结果显示下胚轴粗、光合速率及Chla/Chlb与耐弱光指数呈极显著正相关,子叶鲜重与耐弱光指数呈极显著负相关,下胚轴长与耐弱光指数呈显著负相关,叶面积和真叶鲜重与耐弱光指数未达到显著相关。耐弱光指数可作为黄瓜弱光鉴定主要指标,同时结合光合因子或植株生长因子相关指标综合考虑效果较好。该试验结合田间弱光处理下黄瓜生长态势、耐弱光指数与光合特性等统计分析结果,对现有黄瓜品系进行了较好的鉴定筛选,为黄瓜耐弱光性鉴定、筛选与品种选育提供理论参考。
- ## 参考文献
- [1] 吴永仁. 夏令话黄瓜和苦瓜[J]. 云南农业, 1994(7): 13.
 - [2] LIEBIG H P, KRUG H. Response of cucumber to climate (B) [J]. Acta horticulture, 1990, 287: 47-50.
 - [3] 马德华, 庞金安, 霍振荣, 等. 弱光对黄瓜幼苗某些生理特性的影响[J]. 河南农业大学学报, 1997, 9(3): 248-254.
 - [4] 李丹丹, 司龙亭, 牛海臣, 等. 黄瓜耐弱光性的多元统计分析[J]. 园艺学报, 2009, 36(4): 501-506.
 - [5] 余纪柱, 李建吾, 王美平, 等. 低温弱光对不同生态型黄瓜苗期若干测定指标及光合特性的影响[J]. 上海农业学报, 2003, 19(4): 46-50.
 - [6] 周艳虹, 喻景权, 钱琼秋, 等. 低温弱光对黄瓜幼苗生长及抗氧化酶活性的影响[J]. 应用生态学报, 2003, 14(6): 921-924.
 - [7] 黄伟, 任华中, 张福漫. 低温弱光对番茄苗期生长和光合作用的影响[J]. 中国蔬菜, 2002(4): 15-17.
 - [8] 卢育华, 申育梅, 陈利平. 黄瓜单个叶片光合特性研究[J]. 园艺学报, 1994, 21(1): 54-58.
 - [9] 张福漫, 马国成. 日光温室不同季节的生态环境对黄瓜光合作用的影响[J]. 华北农学报, 1995, 10(1): 70-75.
 - [10] ZHANG H M, YU J Z, JIN H J. Effects of low temperature and poor light on growth, photosynthesis characters of cucumber [J]. Journal of Shenyang agricultural university, 2006, 37(3): 339-342.
 - [11] 王永健, 张海英, 张峰, 等. 低温弱光对不同黄瓜品种幼苗光合作用的影响[J]. 园艺学报, 2001, 28(3): 230-234.
 - [12] 王永健, 姜亦巍, 吴国胜, 等. 黄瓜光补偿点与低温弱光耐受性关系初探[J]. 园艺学报, 1998, 25(2): 199-200.
 - [13] 马德华, 庞金安, 霍振荣, 等. 弱光对黄瓜幼苗某些生理特性的影响[J]. 河南农业大学学报, 1997, 31(3): 248-254.