

## 弱光对日光温室黄瓜光合产物分配的影响

王兴银 张福墁

(中国农业大学园艺学院)

**摘要** 研究了弱光逆境对日光温室黄瓜生长发育及同化物分配的影响。结果表明,光照是影响日光温室黄瓜生长发育的首要环境因子,弱光使黄瓜生长变慢,化瓜率升高,产量下降。弱光条件下黄瓜功能叶片光合产物输出比率显著降低,向瓜和生长点中的分配明显减少,向茎和根中的分配随环境条件不同而异。日光温室和人工气候箱内的弱光处理对黄瓜光合产物分配的影响是不同的。

**关键词** 弱光;日光温室;黄瓜;光合产物分配

**分类号** S626; S642.2

## Influence of Poor Light on the Distribution Pattern of Assimilate of Cucumber in Solar Greenhouse

Wang Xingyin Zhang Fuman

(College of Horticulture Sciences, CAU)

**Abstract** The influence of poor light stress on development, photosynthesis, the distribution pattern of assimilate of cucumber in greenhouse were studied in comparison with that of normal light environment in winter and spring. Results show: The light intensity is the most important factor that affects the development of cucumber. The poor light stress in solar greenhouse decrease the growth rate, increase the abortion rate and decrease the yield of cucumber. The cucumber from low light and shade environment has, as compared to those from high light and sun condition, a substantial decrease in the amount of assimilate exported from the functional leaves, and the distribution pattern is changed: the assimilate distributed to fruit and growing point remarkably reduces, the amount of assimilate distributed to root and stem varies according to different environment.

**Key words** poor light; solar greenhouse; cucumber; distribution pattern of assimilate

弱光逆境是日光温室冬春季生产中最为普遍、影响面最大的限制因素,它常和低温相伴出现,给温室生产带来严重危害。弱光不仅影响植物的光合作用,也影响光合产物的运输和分配。国内外许多学者都曾报道过温室光温环境对黄瓜光合产物运输及分配的影响<sup>[1~4]</sup>,但其中大部分研究的是低温的作用或低温与弱光的互作,关于弱光单因子影响光合产物分配的报道不多。在研究条件方面,国内外多是在人工气候箱或光照培养箱内进行,与实际生产环境差距甚大,很少有人直接在日光温室的生产环境中进行有关试验。本试验利用自然季节(秋冬季和冬春季)造成的日光温室内光照环境的差异作为处理,与人工气候箱内模拟日光温室条件的处理进行比较研究,着重探讨了日光温室弱光逆境对黄瓜光合产物分配的影响,所得结果更接近生产实际,为黄瓜日光温室高产栽培和耐弱光品种选育提供理论依据。

收稿日期: 2000-04-12

国家自然科学基金重点资助项目(39830230)。

张福墁,北京海淀区圆明园西路2号中国农业大学(西校区),100094

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

选用对弱光逆境敏感性不同的 2 份黄瓜品种材料, 一是新泰密刺(简称 XT, 天津农科院蔬菜所提供), 为我国日光温室黄瓜主栽品种, 作对照; 二是中国农科院蔬菜所的 1 份自交系材料(代号 117), 简称 OX, 为欧洲温室专用品种的后代, 对低温弱光有较强的耐受力。

### 1.2 试验处理

试验分冬、春两茬, 冬茬 9~12 月, 春茬 1~5 月。试验时间为 1997-09~1998-12。

试验场地: 以春季日光温室的正常光照为对照。通过遮光处理分别模拟冬、春季阴天温室环境, 用黑色遮阳网、无纺布等材料遮光到  $20\sim 90 \mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  (春季取高限, 冬季取低限), 处理时间为 7 d。采取加温措施保证黄瓜生长的温度条件(白天  $25\sim 28$  , 夜间  $14\sim 15$  ), 遮光与对照之间温度差异小于  $1$  。用北京蔬菜中心人工气候箱(日产 LPH-1-CT 型 NK SYSTEM GROW CABINET) 分别模拟冬、春季的晴、阴天光照, 分别设定为  $350\sim 400 \mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  和  $55\sim 70 \mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  (春季取高限, 冬季取低限), 昼夜温度设定为  $25/16$  。

各茬次的对照与处理之间除光照强度差异外, 其他条件都保持一致。人工气候箱和玻璃控温温室中均采用盆栽基质培; 日光室内为土壤栽培, 水肥管理各处理严格一致。

### 1.3 观测项目

弱光处理下成株黄瓜的瓜条数、化瓜数及产量; 功能叶片光合产物的输出及在植株各部分中的分配比率采用  $^{14}\text{C}$  示踪法, 由中国农科院原子能所测定。

## 2 结果与分析

### 2.1 弱光对黄瓜表观生长量的影响

2.1.1 对黄瓜果实生长的影响 遮光处理使不同季节、不同品种和不同试验场所中的黄瓜化瓜率都明显增加, 而其中又以 XT 的化瓜率增加为甚, OX 的耐弱光性优于 XT。特别冬季日光室内, XT 化瓜率特别高, 没有化掉的瓜条生长也不正常, 均未长成正常商品瓜(表 1)。

表 1 遮光对黄瓜化瓜率的影响

q/%

环境	OX 处理	OX 对照	XT 处理	XT 对照
日光温室(春季)	4.87 b	0 c	16.67 a	0 c
日光温室(冬季)	28.67 b	11.08 c	92.33 a	32.67 b
人工气候箱	35.56 b	17.87 c	76.47 a	33.33 b

q 测验:  $\alpha=0.05$ 。

2.1.2 对黄瓜产量的影响 对冬、春两季日光温室内的黄瓜进行遮光处理, 撤掉遮荫后, 对照和处理的产量测定说明, 弱光处理使冬季和春季的黄瓜产量都明显低于对照, 其中尤以春季处理前期降低最为显著, OX 和 XT 分别降低 45.8% 和 37.4%, 处理后 15 天, 遮光的效应逐渐减弱, OX 和 XT 分别降低 16.3% 和 19.2%。冬季 XT 的各处理都没有得到产量, 而 OX 的遮光处理使其产量下降了 25.1% (图 1)。

从产量看,两品种间的差异是很明显的。春季OX前期产量高,XT总产高,说明OX在春季表现不出太大的优势。而冬季OX的优势却很明显,XT竟然没有得到产量,说明OX对冬季日光温室弱光逆境适应能力比XT要强。

## 2.2 弱光对黄瓜光合产物分配的影响

对2个黄瓜品种在冬季和春季,于人工气候箱和日光温室内进行遮光处理7天后,用 $^{14}\text{C}$ 示踪法对黄瓜各部分光合产物的分配进行测定(表2,图2)。

**2.2.1 向生长点中的分配** 由试验结果可以看出,冬季遮光处理使光合产物向生长点中的分配减少(图2),人工气候箱内OX减少了47.1%而XT减少了21.8%;日光温室内OX减少了62.3%而XT减少了59.6%。这可能是因为冬季光温环境不适宜,黄瓜营养生长受抑制,生长点的库强减弱,得到的光合产物量少,再加上遮荫处理,使黄瓜生长更慢,生长点的库强更弱,分配的光合产物更少。而在春季,黄瓜光合作用强,叶片制造和输出的光合产物多,植株营养生长速度快,生长点的库强也大,遮光处理使植株截获的光能减少,为了弥补光照不足,植株便向高大处发展,以获取足够的光能,这样生长点的生长更快。

**2.2.2 向瓜中的分配** 由试验结果来看,遮光处理使光合产物向瓜中的分配均有明显降低,弱光逆境是造成温室黄瓜大量化瓜的主要原因。冬季试验在人工气候箱内降低幅度较小,OX和XT分别降低了55.8%和42.6%;冬季日光温室内OX和XT分别降低了34.5%和62.4%,而春季日光温室内OX和XT则分别降低了25.7%和54.2%。两品种的差异也很明显,无论对照还是处理,OX光合产物向瓜中的分配率都高于XT,处理比对照分配比率的降低幅度也是XT高于OX,说明OX的光合生产力明显高于XT,在弱光环境中也能有较多的产量,这与产量及化瓜率的测定是一致的。

**2.2.3 向喂叶中的分配** 光合产物在喂叶中的分配比率反映作物光合产物输出能力的大小,由实验结果可以看到,在冬季日光温室中,OX和XT对照在喂叶中的分配率分别为69.3%和69.2%,而OX和XT的处理喂叶中的分配率分别为75.1%和84.1%。在冬季人工气候箱中,OX和XT的对照从喂叶中输出的光合产物比例分别为28.9%和30.5%,而遮光处理后二者从喂叶中的输出率分别为22.5%和16.9%。在春季,日光温室中OX的对照和处理光合产物从喂叶中的输出分别为49.4%和38%,而XT的对照和处理则分别为44.4%和37.2%。

由此可见,遮光处理无一例外地使光合产物从喂叶中向外输出减少,因为弱光下黄瓜生长减慢,库的需求拉力变小,且光合产物运输的能量可获性降低,致使光合产物从喂叶中输出较慢。从供试品种的比较来看,冬季OX的光合产物输出明显多于XT,特别是处理之后,二者的差值更大,说明OX更适合于冬茬栽培;而到了春季,二者光合产物输出率差别减少,说明OX用作春茬栽培时,优势不如冬季明显。这和前面的表现生长量测定也是一致的。

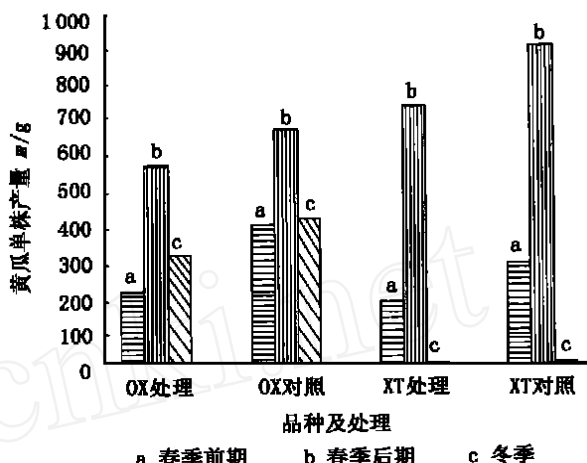


图1 遮光对冬春两季日光温室内黄瓜产量的影响

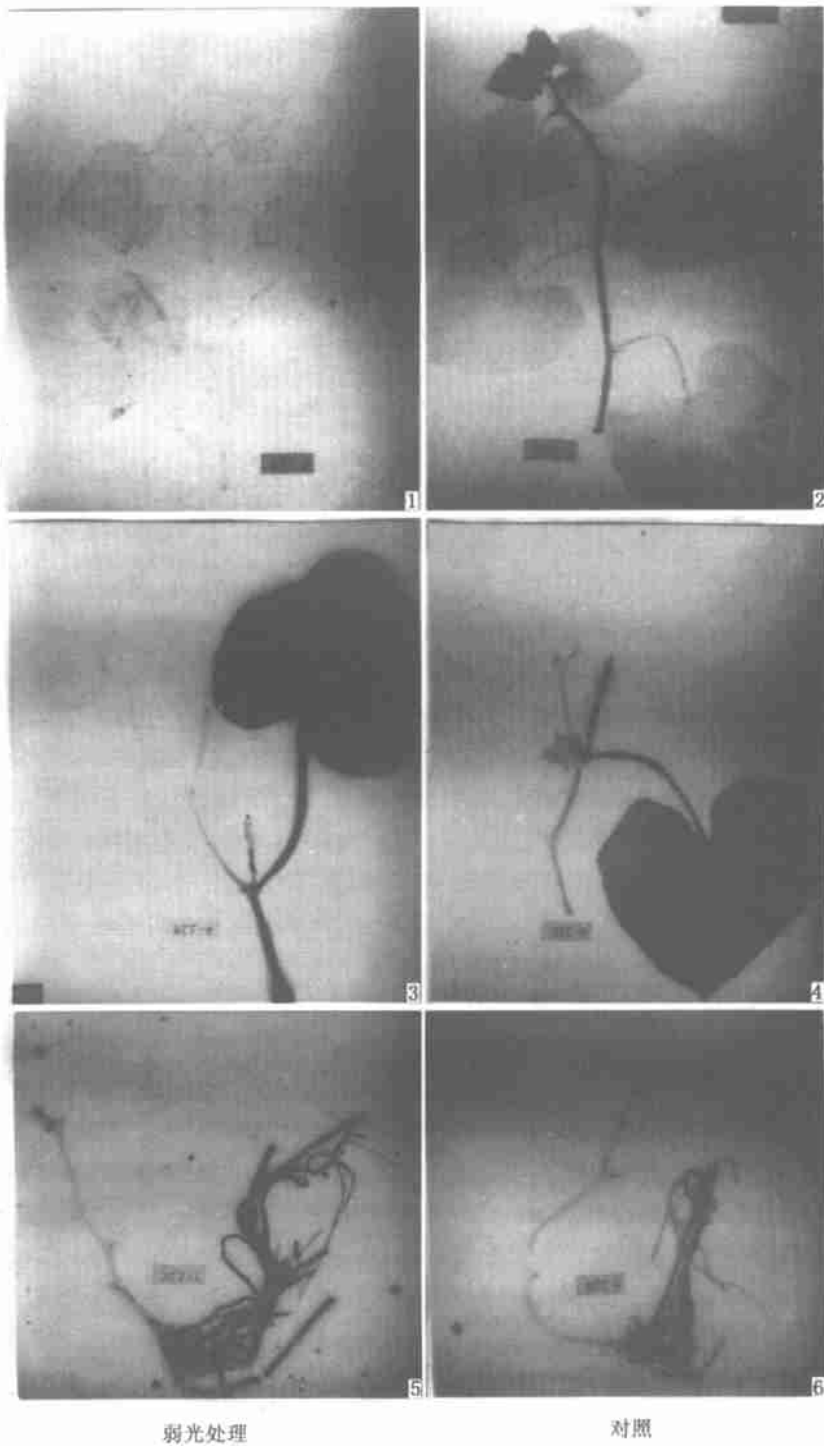


图 2 冬季日光温室遮荫处理后新泰密刺(XT)的<sup>14</sup>C 光合产物分配放射自显影照片  
说明: 图中颜色深的表示分配的光合产物多, 颜色浅的表示分配的光合产物少。很明显, 经弱光处理后, 光合产物向生长点(1)和瓜(3)中的分配减少, 而向根(5)中的分配增多。

表2 弱光处理后黄瓜<sup>14</sup>C 光合产物在植株各部分的分配率

w /%

处理及品种		根	茎	其他叶	喂叶	瓜	生长点
1997, 冬季							
人工气候箱	OX 对照	2.21	13.09	4.83	71.06	7.73	1.08
	OX 处理	4.11	11.94	2.44	77.52	3.42	0.57
	XT 对照	1.29	16.83	7.68	69.51	3.59	1.30
	XT 处理	2.26	9.82	1.74	83.10	2.06	1.02
日光温室	OX 对照	3.66	11.07	2.13	76.82	3.10	0.69
	OX 处理	5.56	16.11	1.96	74.08	2.03	0.26
	XT 对照	1.61	23.47	1.39	71.22	1.09	1.21
	XT 处理	3.14	9.42	1.48	85.06	0.41	0.49
1998, 春季							
日光温室	OX 对照	2.82	15.54	9.27	50.59	14.05	7.73
	OX 处理	1.97	22.09	3.51	61.98	10.44	7.33
	XT 对照	2.41	17.38	4.06	56.56	13.96	5.63
	XT 处理	2.23	17.83	5.77	62.77	0.64	10.96

2.2.4 向茎中的分配 遮光处理使光合产物向茎中的分配随试验场所而异, 春季日光温室中的遮光处理使光合产物向茎中分配增加, OX 和 XT 向茎中的分配分别增加 31.5% 和 2.6%, 增加幅度 OX 高于 XT; 冬季日光温室内 OX 增加 31.3%, 而 XT 反而降低; 冬季人工气候箱中的处理则使光合产物向茎中的分配减少, OX 和 XT 向茎中的分配分别减少 8.8% 和 41.7%。而春季控温温室中, OX 和 XT 处理的光合产物向茎中的分配也分别减少 36.7% 和 59.8%。

2.2.5 向根中的分配 光合产物向黄瓜根中的分配比率也随试验场所不同而有差异。冬季遮光处理, 使得日光温室和人工气候箱内的黄瓜光合产物向根中的分配增加(图 2), 日光温室内 OX 和 XT 与对照相比分别增加了 35.2% 和 48.7%; 人工气候箱内, 向根中的分配也有增加, OX 和 XT 分别增加了 46.2% 和 42.9%。与此相反, 春季日光温室和可控温室内的遮光处理却使黄瓜光合产物向根中的分配略有减少。

### 3 结论

本试验结果表明, 弱光下黄瓜光合产物: 从喂叶中的输出比率明显要低, 向瓜中的分配明显减少; 向生长点中的分配, 基本上也是降低的; 向茎中分配的数量, 与处理环境条件有密切关系, 在人工气候箱内是降低的, 而在日光温室中反而升高。另外, 品种之间也有差异, 遮光对黄瓜光合产物向根中的分配比率随季节不同有明显的差异, 在冬季人工气候箱和日光温室中是升高的, 而在春季日光温室中则略有降低。

### 4 讨论

光合产物的生产与分配是决定果菜类蔬菜产量的重要因子。许多人报道过光照强度与植物光合产物在植物各部分间分配的关系。弱光一方面降低了辣椒叶片的光合速率, 从而减少了叶片制造的光合产物数量; 另一方面弱光处理减慢了光合产物运转速度, 降低了光合产物向花器官的光合产物分配率, 花器官因得不到足够的有机养料供应而脱落<sup>[2]</sup>。冬春季日光温室内的低温寡照

环境, 减少了黄瓜叶片光合产物的输出及向果实中的分配比例, 增加了向茎中的分配比例<sup>[1]</sup>。

弱光下黄瓜光合产物向瓜中的分配明显减少, 这是造成弱光下黄瓜化瓜率高、产量低的直接原因。在日光温室中, 弱光处理后光合产物向茎中分配增多, 可使植株在弱光环境下仍保持一定的光合产物向茎中的分配比率, 使茎仍保持一定的生长速度, 以减少叶片之间的相互遮荫, 有利于获取光能。遮光处理后光合产物向茎中分配的比率变化, 品种之间也有差异, OX 增加幅度大于 XT, 意味着 OX 更能适应弱光环境。

在本试验中, 遮光对黄瓜光合产物向根分配比率的影响呈现明显的季节间差异, 这与冬季日光温室内根际温度普遍低于春季有很大关系, 低地温度使得黄瓜根系活力降低, 因此为了保持一定的根系活力, 只有通过增大根系功能单位来弥补。而在春季, 整个植株光合作用旺盛, 光合产物充足, 只需很少一部分即可满足根系需要, 因此遮荫处理后, 光合物流向果实等更急需的部位, 而向根中的分配减少。

弱光处理后光合产物向茎中的分配数量在日光温室和人工气候箱中的变化趋势也是不同的, 这是因为人工气候箱内温度稳定, 可控性强, 而日光温室温度易受季节和天气状况影响, 说明温度对光合产物分配的影响也是不可忽视的, 同时也说明类似的生产基础性研究只在人工气候箱内做试验是不够的。

## 参 考 文 献

- 1 马国成, 张福墁 日光温室不同光温环境对黄瓜光合产物运输及分配的影响 北京农业大学学报, 1995, 21(1): 34~ 38
- 2 别之龙 弱光对辣椒落花和光合作用的影响 核农学报, 1998, 12(5): 314~ 316
- 3 马国成 日光温室不同季节光温环境对黄瓜生理及生育的影响: [学位论文] 北京农业大学, 1994
- 4 Marcelis L F M. The dynamics of growth and dry matter distribution in cucumber. *Annals of Botany*, 1992, 19: 487~ 492
- 5 Shishido Y. Effects of temperature and light on the carbon budget of young cucumber plants studied by steady-state feeding with <sup>14</sup>CO<sub>2</sub>. *J Exp Bot*, 1987, 38(191): 1044~ 1054