

日光节能温室生态环境对蔬菜光合作用影响

廉 华, 马光恕

(黑龙江八一农垦大学植物科技学院作物系, 黑龙江 密山 158308)

中图分类号: S626.5 S123 文献标识码: A 文章编号: 1001-0009(2000)05-0001-02

“设施农业”是外来语词汇, 就是利用农业工程手段, 通过现代设施实现的部分人工控制环境的种植业和养殖业。近年来, 发达国家“设施农业”已向“工厂化农业”过渡。如荷兰的计算机自控连栋大型温室。以色列的半自动连栋塑料大棚以及法国、日本等国家的封闭式循环流水鱼类养殖车间。“设施农业”关键作用, 就是能解决农业生产若干必须的气候条件, 包括光、温、水、热、气等在匹配上的不理想。我国“设施农业”的特点则在于适合中国国情的简易日光节能温室的发明和大规模的迅速推广。

进入 90 年代, 中国的设施园艺由单纯的追求数量、单产, 转变为重视质量和效益, 注重市场信息和科学生产。面对充满挑战的 21 世纪, 今后设施园艺应从生物—环境—工程三方面, 将单项技术进行综合配套、规范化和系统化。对国外的先进设施设备引进、消化、吸收。环境控制应向自动化、智能化与网络化方向发展, 大力提高劳动生产率。目前, 节能型日光温室在我国北方发展极为迅速, 成为冬春喜温果菜生产的重要设施。因此, 研究日光节能温室的生态环境对蔬菜光合作用的影响, 为进一步提高蔬菜作物的经济产量, 建立丰产优质高效栽培体系奠定理论基础。

1 蔬菜的产量构成及光合环境

1.1 蔬菜的产量构成

蔬菜的产量一般指经济产量, 它是生物产量的一部分。其表达式为: 经济产量 = 经济系数 × 生物产量 = 经济系数 × (光合面积 × 光合强度 × 光合时间 - 光合产物消耗)。可见, 决定蔬菜产量的主要因素有五种。其中最重要的因素是光合强度。只有创造一个合理的光合环境, 在有效的光合面积和光合时间内, 提高光合强度, 降低同化产物消耗, 才是蔬菜高产栽培的关键技术之所在。

1.2 光合环境

光合作用的反应式为 $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{光, 叶绿素, 酶}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$ 同时需要有光、叶绿素、酶的参与。

由上式可知, 影响光合作用的光合环境是多因素的, 包括光、水、气等各种环境因素。只有采取适当的栽培措施, 才能创造一个最佳生态环境, 为蔬菜的丰产优质高效生产奠定基础。

2 生态环境对光合作用的影响

2.1 光照强度

据观测, 冬季日光温室在一天内(指揭覆盖物后到盖覆盖物前)的光照强度变化范围约为 $27 \sim 600 \mu\text{Em}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 之间, 最高光强出现在 10:00 ~ 13:00 之间的 3h 左右。春季日光温室一日内的光照强度的变化范围为 $135 \sim 1038 \mu\text{Em}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 之间。

又据文献报道, 大多数蔬菜光合速率的日变化呈双峰曲线, 即 11:00 和 13:30 ~ 14:00 时各有一个光合高峰, 在 13:00 时左右有一光合低谷, 即所谓“午休”。各种蔬菜的峰值和谷值均不相同, 且因季节而异。也有极少数蔬菜, 光合速率日变化呈单峰曲线, 如结球莴苣。另外, 在土壤过度干旱、阴雨天或降低光强及提高 CO_2 浓度时, 也是单峰曲线, 即无“午休”现象。

同时, 研究表明: 大多数蔬菜在较低的光量子通量密度下, 净光合速率(P_n)随光强的增加而直线上升; 达到某一值时, 净光合速率随光强的增加上升的幅度逐渐变小; 光强继续加大, 当升到某一定值时, 净光合速率不再增加, 此时的光照强度值为光饱和点。以后随着光强的升高, 净光合速率反而下降。

2.2 水分

过去人们把水分胁迫使光合速率下降的原因多归为叶片失水、气孔开度减小、 CO_2 供应受阻所致。有研究表明: 轻度的水分胁迫使叶片的气孔阻力和气孔限制值增加, 光合速率随胞间 CO_2 浓度的减少而降低, 这说明光合速率下降是由气孔限制所致; 随着水分胁迫的持续加重, 气孔阻力继续增加, 气孔限制值下降, 光合速率则随着 CO_2 浓度的上升而不断下降, 这说明严重的水分胁迫使光合速率大幅度下降是受非气孔限制因素的影响。

另有在白菜上所作的实验表明了空气相对湿度与蔬

收稿日期: 2000-04-20

菜作物光合速率的关系。只要土壤供水充足, 叶片相对含水量较高, 短期内空气相对湿度高低的变化对蔬菜光合速率的影响不大。但如果在长期干旱条件下(如春天的干热风), 由于叶片失水过多, 可能会因为气孔限制或非气孔限制而影响到光合作用。

2.3 温度条件

研究表明: 蔬菜光合作用的最适温度为 $25^{\circ}\text{C} \sim 33^{\circ}\text{C}$; 光合作用的温度下限为 $3^{\circ}\text{C} \sim 6^{\circ}\text{C}$; 光合作用的温度上限为 $42^{\circ}\text{C} \sim 44^{\circ}\text{C}$ 。同时指出, 叶片光合作用对温度的反应受生长期间温度条件的影响, 昼温为 36°C 下生长的叶片比 28°C 下生长的叶片表现出更高的耐高温特性。完全展开 10d 以内的叶片不仅光合速率高, 对温度变化的反应也比较敏感; 衰老的叶片不仅光合速率低, 对温度变化的反应也不敏感。

又有研究表明: 在低温条件下, 黄瓜叶片的呼吸作用以及光合作用的光补偿点和光饱和点均较低, 并随着温度的增加而增加; 但是光饱和点达到光合适温后不再增加, 超过 40°C 时呼吸作用开始下降。叶片表观量子产额及光合与呼吸 CO_2 交换的比值在不同温度条件下呈单峰曲线变化, 其峰值的温度低于或接近 25°C 。

2.4 CO_2

CO_2 是光合作用的原料, 对光合作用有直接的影响。通常情况下, 光合强度在一定范围内是随着 CO_2 浓度的增大而增大的, 类似于光与光合作用的关系, 即也有 CO_2 补偿点和饱和点。蔬菜作物的 CO_2 补偿点因其种类而异, 一般在 $42 \sim 69\text{mg/L}$ 。 CO_2 饱和点一般在 $1300 \sim 1622\text{mg/L}$, 各蔬菜之间的差异小于其光饱和点之间的差异。但在 CO_2 饱和点时, 各种蔬菜的光合速率差别较大: 如黄瓜、番茄、大白菜、甘蓝等较高, 一般在 $47.5 \sim 57.3\text{CO}_2\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$; 大蒜、菠菜、生姜等较低, 多在 $30.0\text{CO}_2\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 以下; 其余多集中在 $40.0\text{CO}_2\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 左右。 CO_2 饱和点时光合速率较高的蔬菜, 可能利用 CO_2 的能力较强, 在温室生产中增施 CO_2 有利于提高产量。

2.5 矿质元素

矿质元素对光合作用有直接和间接的影响。N、Mg 是叶绿素的成分。光合辅酶或辅助因子含有 N、P、Fe、Mn、Cl。同时它们又是不同酶的激活剂。水光解放氧过程需 Cl^- 和 Mn^{2+} , Mg^{2+} 调节 RuBP 羧化酶活性, 促进 CO_2 固定; P 是同化力的成分, 参与光合磷酸化及光合产物的循环与运输; K 参与碳水化合物的合成、运输、分配以及气孔开闭, 同时又是许多酶的激活剂。所以这些元素都对光合作用有很大影响。尤其 N、P、K 缺乏时, 光合作用明显下降, 因此在栽培上要满足蔬菜对肥料的需求。

实际上, 光合环境的温度、光照、气体条件、水分以及矿质元素各因子是相互联系、相互制约的。增加环境 CO_2 浓度, 可以提高光饱和点; 增加光强度可以提高最适

光合温度。在一个群体内, 应创造合理结构的叶面积指数(LAI), 保证光能充分利用。各种生态因素对光合作用的综合影响, 各个因素对光合作用强度的影响中所占份量大小有待于进一步研究。

参考文献

- [1] 赵德婉, 张振贤, 于贤昌, 等. 生姜群体光合特性的研究[J]. 园艺学报, 1995, 22(4): 359~362.
- [2] 徐克章, 史跃林, 许贵民, 等. 保护地黄瓜叶片光合作用温度特性的研究[J]. 园艺学报, 1993, 20(2): 51~55.
- [3] 李长纓, 朱其杰. 光强对黄瓜光合特性及亚适温下生长的影响[J]. 园艺学报, 1997, 24(1): 97~99.
- [4] 张振贤, 周绪元, 陈利平. 主要蔬菜光合作用与蒸腾特性研究[J]. 园艺学报, 1997, 24(2): 155~160.
- [5] 黄瓜高产栽培的光合生理基础[J]. 农业系统科学与综合研究, 1996, 12(4): 299~301
- [6] 马德华, 庞金安, 李淑菊, 等. 大棚黄瓜净光合速率的研究[J]. 中国蔬菜, 1998(4): 29~30.
- [7] 马德华, 庞金安, 霍振荣, 等. 大棚黄瓜光合作用日变化及环境因素对光合作用的影响[J]. 河北农业大学学报, 1998, 21(4): 59~63.
- [8] 日光温室不同温光环境对黄瓜光合产物运输及分配的影响[J]. 北京农业大学学报, 1995, 21(1): 34~38.
- [9] 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] 张振贤, 于贤昌, 陈利平, 等. 水分状况与大白菜光合作用的研究[J]. 园艺学报, 1993, 20(4): 358~362.

欢迎订阅 2001 年《广西植保》

《广西植保》是广西植保总站、广西昆虫学会、广西植保学会、广西植病学会联合主办的公开发行的农业科技期刊。本刊已全文入编《中国学术期刊(光盘版)》和“中国期刊网”, 为中国学术期刊综合评价数据库的来源期刊。以报道广西植保科研、技术推广的新成果、反映广西农林病虫害鼠害的发生动态及其分布, 介绍粮食、经济作物、果树、林木花卉等植物上有害生物的防治技术和经验为主要内容, 设有调查与研究、生产顾问、评论综述、专题讲座、研究简报植保工作动态等栏目。不仅适用于农业科研院校、各级农技推广和植保部门的专业人员, 也适用于生产资料农药经营者、广大农村基层干部及农民朋友阅读。本刊为季刊, 大 16 开本 36 页, 自办发行。每期定价 3.50 元, 全年 14 元, 不另收邮费。订款请邮汇到广西南宁市民族大道东段, 广西植保总站内《广西植保》编辑部收。邮编 530022, 电话: 0771—5853417