

# 设施园艺技术发展动向

赵习姮, 李进才

(天津大学 农业与生物工程学院, 天津 300072)

**摘要:** 概述了人工光源调节生育、空气流动促进光合成、电解阳极水防治病害、喷雾降温、土壤营养液栽培和新覆盖材料等 6 项设施园艺技术的发展动向。

**关键词:** 设施园艺; 人工光源; 电解阳极水; 喷雾降温; 覆盖材料

**中图分类号:** S 621 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2011)05-0066-04

设施园艺是现代农业的重要标志, 设施园艺发展对加快我国农业生产方式转变, 促进农业生产提质增效等具有重要的意义和作用, 现就几个设施园艺技术发展动向进行介绍。

## 1 人工光源调节生育

影响植物生长发育的光环境包括光质、光强度和日长, 植物对光强度和日长的反应都与光质有密切关系。植物对光的反应可分为光合成和光形态形成 2 种, 光合成反应是获取光能合成有机物, 光形态形成反应包括种子发芽、器官伸长、花芽分化、气孔开闭、色素合成、叶片形成等多种现象(表 1)<sup>[1]</sup>。近年来, 设施园艺植物栽培的节能光环境调控受到重视, 成为栽培生理和分子生理的研究热点。

由表 2 可知, 人工光源含有的紫外线、可见光和红外线能量比例, 与太阳光的固定比例不同, 各种人工光源的分光特性差异很大。随着栽培生理和分子生理的研究发展, 利用人工光源特有的分光特性, 将可能更好地调控植物的生长发育。

表 1 光质对牵牛花花芽形成和株高的影响

光质/%			主茎各节位花芽数										株高	
蓝光	绿光	蓝光+绿光	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	总计	/cm
8	20	72						1	3	1	1	0	6	84.9 b
4	20	76						1	0	1	3	2	7	93.6 ab
0	20	80							1	1	3	0	5	103.5 a
0	50	50			4	2	4	6	9	8	7	38		87.2 b

注: 表中不同小写字母表示 Tukey HSD 检验在 5% 水平有显著性差异

表 2 各种人工光源的分光特性  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

分光波长 /nm	荧光灯				金属卤化物灯	高压钠灯	LED	
	白色	3 波长型	蓝色	红色			蓝色	红色
300~400	3.1	3.9	3.7	2.2	7.2	0.6	0.0	0.0
400~500	23.2	15.8	65.3	3.9	18.4	5.1	96.1	0.0
500~600	52.8	39.5	32.0	30.7	55.9	58.4	4.0	0.2
600~700	24.8	45.5	3.7	66.5	26.7	38.6	0.2	99.9
700~800	8.9	9.0	3.3	23.2	8.7	8.2	0.2	0.2

注: 表中数据为光合成有效放射为  $100 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  时的光强度

## 2 空气流动促进光合成

植物在生长发育过程中, 不断与空气中的  $\text{CO}_2$  和水蒸气等进行着气体交换。叶片与其周围空气间的气体交换, 是通过在叶片表面附近形成的叶面境界层进行的, 叶面境界层的厚薄对气体交换影响很大。气流速度小时, 叶面境界层厚, 叶片水蒸气扩散受到抑制, 即使在相同湿度条件下, 气流环境不同, 叶面境界层的绝对湿度也会有很大差异。所以, 在调控植物蒸散时, 改变植物周围湿度环境的同时, 调节气流环境也具有重要作用。 $\text{CO}_2$  的交换与水蒸气一样, 园艺设施内气流速度小, 叶面境界层内的  $\text{CO}_2$  扩散受到抑制; 相反, 在进行  $\text{CO}_2$  施肥促进光合成时, 也应该注意调控气流, 提高施肥效率。

气流速度对植物群体内气体交换的影响更为显著, 群体上也有境界层, 群体内的气流速度远比群体外低, 形成群体内特殊的小气候环境。例如, 在小拱棚开放通气时, 嫁接后的番茄幼苗群体的净光合成速率随着气流速度的减小而下降, 当小拱棚关闭时净光合成速率趋于零(图 1)<sup>[2]</sup>。

## 3 电解阳极水防治病害

将水或水溶液进行电解, 在阳极形成的水溶液称为电解阳极水。如图 2 所示, 纯水中通入正负电极, 当电压达到一定程度以上时, 在阳极会生成  $\text{O}_2$ , 阴极生成  $\text{H}_2$ ; 在水中加入少量电解质  $\text{NaCl}$  或  $\text{KCl}$  时, 在阳极还会生成  $\text{Cl}_2$ , 溶解在水溶液中的  $\text{Cl}_2$  以一定比例转化为  $\text{HClO}$  和  $\text{ClO}^-$ , 水溶液中的  $\text{Cl}_2$ 、 $\text{HClO}$  和  $\text{ClO}^-$  各具不同杀菌能力, 称为游离态有效氯。电解阳极水的游离态

第一作者简介: 赵习姮(1962-), 女, 山西平遥人, 博士, 讲师, 现主要从事园艺植物栽培与生理等研究工作。E-mail: zhaoxiheng@tju.edu.cn

收稿日期: 2010-12-01

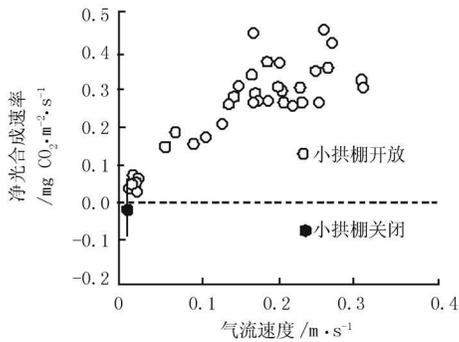


图1 小拱棚开放和关闭时气流速度对番茄嫁接苗净光合成速率的影响

有效氯含量与 pH 成反比, pH 2.7 以下的称为强酸性电解水。在阴极得到的电解阳极水呈碱性, pH 11 以上的称强碱性电解水。

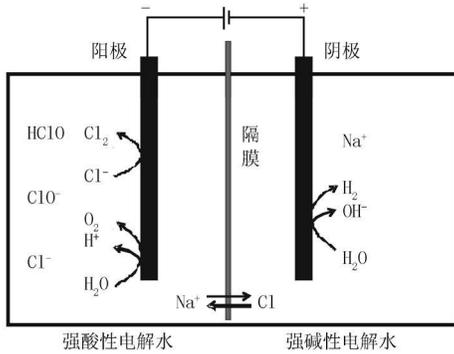


图2 电解强酸性水和强碱性水的制造原理

电解阳极水中的游离态有效氯能氧化杀灭病原菌, 可用于植物病害防治(图3)<sup>[3]</sup>。具有杀菌能力的另一种电解阳极水是电解臭氧水, 自来水通过交换树脂后, 在特殊构造电极池内进行电分解, 阳极可直接生成臭氧。这种由水电解直接得到的臭氧水, 臭氧浓度高, 臭氧气体散失少, 安全性高, 与电解阳极水一样, 可用于植物病害防治替代杀菌剂农药。

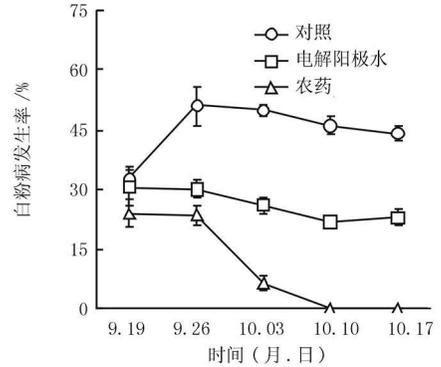


图3 电解阳极水防治甜瓜白粉病的效果

#### 4 喷雾降温

在夏季, 为了抑制温室内气温上升, 通常采用换气和遮光方法, 但温室内的气温总是高于室外。在植物幼小、植物少, 或者栽培床干燥时, 蒸发、蒸散少, 晴天温室内的气温会高于室外近 10℃, 超过 40℃的情况也并不少见。高温不仅影响植物生长发育, 酷热环境也不利于栽培作业。要使温室内气温与室外相同, 或者低于室外, 必须采取降温措施。

在温室内栽培床上 2~4 m 处安装细雾喷头, 通常 3.3 m<sup>2</sup> 安装 1 个喷头, 水压 20 kg/cm<sup>2</sup>, 1 个喷头的喷雾量 100 g/min。为避免湿度过高, 据气候条件的不同, 每隔 4~30 min 喷雾 1 min, 可以显著降低温室内温度, 同时也会增加湿度(图4), 在喷雾降温同时要自然通风排湿。细雾喷头不仅是在降温、加湿时使用, 也可用于药剂散布和叶面追肥等。

温室内温度和湿度的变化幅度与周期, 取决于喷雾和停止喷雾时间。由于不同作物要求的温湿度条件不同, 在安装喷雾设备和进行喷雾降温时, 要根据当地气候条件和作物种类而异。目前, 在番茄、黄瓜、茄子、甜瓜、草莓、菊花、月季、康乃馨、蕙兰等园艺作物栽培上应用较多。

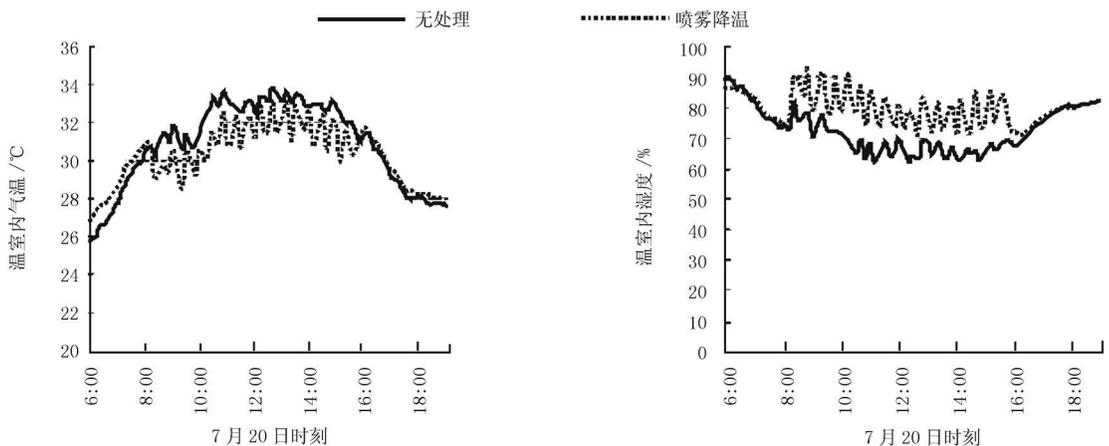


图4 喷雾降温对温室内气温和湿度的影响

### 5 土壤营养液栽培

土壤营养液栽培以土壤为基质,基于土壤溶液和作物汁液养分实时诊断及作物生育期,滴灌供水肥混合液。营养液土壤栽培具有设备简单、成本低,肥水管理省力,节水省肥,污染少,不易发生盐类积聚,生育整齐,品质好,灰霉病等病害发生少等优点(图5),在设施园艺作物栽培中已有广泛应用。

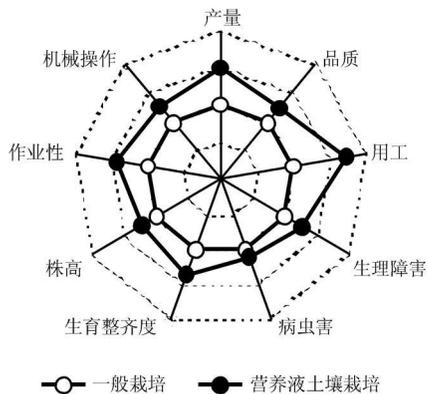


图5 土壤营养液栽培与一般栽培的性能比较

### 6 新覆盖材料

设施园艺覆盖材料的作用,不仅是提高温度、回避低温,还具有防风雨、防虫鸟等作用。近年来,使用寿命长,可以回避高温、调节和促进作物生育、防除病虫害,能自然降解的各种新覆盖材料在不断研制和开发。

#### 6.1 氟树脂薄膜

塑料薄膜大量使用造成了环境的严重污染,提高覆盖材料的耐久性,使用寿命由3a延长到15a左右或者更长,既可以大量减少废弃塑料量,也可以节约换膜覆盖用工。氟树脂(F-Clean)薄膜是以乙烯-四氟乙烯共聚物(Ethylene-Tetrafluoroethylene copolymer, ETFE)为原料的一种高性能薄膜,具有透光率高、耐候性强(图6),机械强度和表面活性大,不燃烧等优点,在日本和欧洲等地的温室覆盖上已有应用。氟树脂薄膜与聚乙烯(PE)薄膜和乙烯醋酸乙烯酯共聚物(EVA)薄膜比较,由于其透光率高,可使促进栽培作物生长发育,提高生产效率(图7)。

#### 6.2 光调整薄膜

去除紫外线薄膜:紫外线是很多昆虫的可见光,没有紫外线的环境不能迁移,所以紫外线去除薄膜具有很好避虫效果,对一些病害也有抑制作用,韭菜栽培也适宜使用这种薄膜;调整生育薄膜:植物的伸长生长与红外光和远红外光的强度比有密切联系,调整生育薄膜能改变红外光和远红外光的透过率,可用于矮化栽培代替矮化剂,亦适用于育苗栽培;去除红外线薄膜:去除红外线薄膜仅除去与光合成无关的红外线部分,作为热遮断

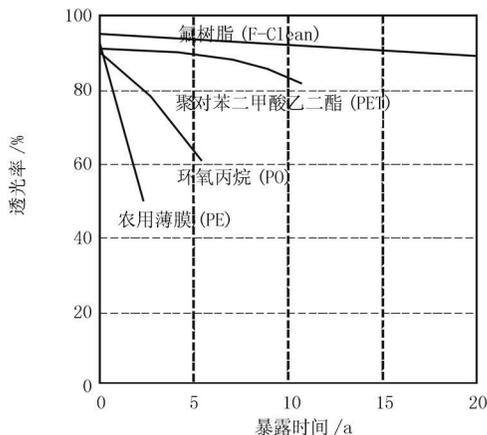


图6 不同薄膜的透光率变化

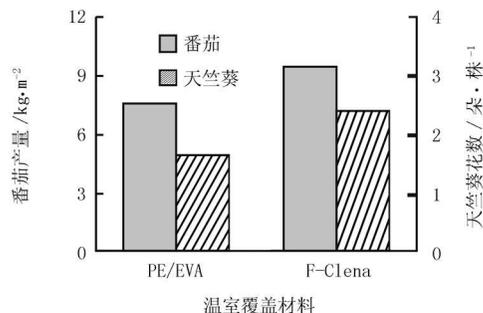


图7 不同薄膜温室栽培番茄产量和天竺葵花数的差异

材料用于夏季抑制高温,但同时可见光透过率也下降,也不利于冬季温室升温;变换波长薄膜:波长变换薄膜的作用是把绿光变换为红光,以提高光合成效率,但同时也存在可见光透过率下降问题,目前还在研究试验阶段;散光性薄膜:散光性薄膜的作用是把太阳直射光转换为散射光,增加散射光比例可以提高作物群体光合成,还具有抑制高温障碍的作用。

#### 6.3 调节湿度材料

表面活性大、亲水性高的塑料薄膜有流滴膜和防雾膜等,对防止设施内水滴下落、雾发生有很好效果,有孔膜或不织布等通气、透湿性好,亦可以防止结露。将吸湿性素材织入纤维或不织布,做成吸湿材料,既可以吸收水分,也可以放出水分,在聚乙烯醇和合成纤维中已有使用,利用这些材料可以调节温室内的湿度。

#### 6.4 通气网纱

通气网纱的网孔在0.7mm以下时,几乎可以防止所有害虫入侵,减少农药使用,同时也具有防风效果。通气网纱与薄膜比较具有一定的遮光性,与露地比较具有一定保温效果,可以促进叶菜类蔬菜生长、提高品质。

#### 6.5 自然降解塑料

降解塑料使用结束后,可以完全分解为水和CO<sub>2</sub>,这种地膜在实际生产中开始使用,虽然价格较高,但没有环境污染,使用后也不需进行清理。

## 参考文献

- [1] Yamazaki K, Ishii Y, Matsui S, et al. Effects of light quality, daylength and growing temperature on flowering in morning glory (*Pharbitis nil* Choisy) [J]. *Environment Control in Biology*, 2003, 41(3):211-219.
- [2] 渋谷俊夫, 川口真也, 清家孝, 等. 順化期間中におけるトンネルの

- 開閉が微気象 およびトマト接ぎ木苗のガス交換におよぼす影響[J]. *生物環境調節*, 2003, 41(3):301-306.
- [3] 生井恒雄, 森北美紀, 清井加寿子, 等. 電解強酸性水(機能水)散布による温室栽培メロンのうどんこ病防除[J]. *山形大学紀要(農学)*, 2006, 15(1): 43-50.

## Trends of Technological Development of Protected Horticulture

ZHAO Xi-heng, LI Jin-cai

(College of Agriculture and Bioengineering, Tianjin University, Tianjin 300072)

**Abstract:** This paper described the developments of six protected horticulture technologies including growth regulation of artificial light, photosynthesis promotion of air current, disease prevention of anode water electrolysis, spray cooling, soil nutrition-solution culture and new mulching materials.

**Key words:** protected horticulture; artificial light; anode water electrolysis; spray cooling; mulching material

## 《10000 个科学难题——生物学卷》

作者“10000 个科学难题”生物学编委会

ISBN 978-7-03-029540-8/Q · 2610

出版时间 2010 年 12 月

营销分类 生物、农业

定价 ¥138.00

开本 B5 装帧 圆脊精装

## 编辑推荐:

本书是教育部、科学技术部、中国科学院和国家自然科学基金委员会联合组织开展的“10000 个科学难题”征集活动的重要成果,全面整理收集了目前生物学领域的难题,全部难题均由国内外知名的生物学专家撰写,对于科研人员、学生对生物学领域进行深入探索具有重要的参考价值。

## 内容简介:

本书是教育部、科学技术部、中国科学院和国家自然科学基金委员会联合组织本开展的“10000 个科学难题”征集活动的重要成果,书中的难题均由国内外知名的生物学专家撰写。书中收集了有关生物学很多分支学科及生物学的应用等方面的大量问题,以及当今一些重要的生物学问题。

## 读者对象:

本书可供高等院校和科研单位生物学领域的研究生、科研人员阅读参考,也可供对生物学感兴趣的其他读者阅读。有兴趣的读者可以在此基础上就其中的某一问题进行深入探索和研究,一些研究生也可以在导师的指导下选择其中的某一问题作为自己的研究课题。

联系人: 科学出版社科学销售中心 周文宇

电话: 010-64031535

E-mail: zhouwenyu@mail.sciencep.com

网上订购: www.dangdang.com www.amazon.cn

联系科学出版中心 生物分社