

雾霾天气与设施园艺补光

我国设施园艺产业发展迅速,到2012年底设施栽培面积已近380万公顷,人工光设施栽培面积也达2000公顷左右,在蔬菜、花卉、食用菌、果品、苗木、中草药等农产品供应(尤其是反季节供给)中起着不可或缺的作用,已成为现代农业的支柱产业。

设施园艺生产是以生物光合作用或光反应为基础的生产过程,光作为环境信号和光合作用能量的来源,其多寡和质量高低直接关系到植物生长发育和产量品质的形成,创造适宜的光环境对设施园艺优质、高产、高效、生态、安全生产至关重要。自然界中,太阳光照随地理纬度、季节、天气状况的不同而产生光照强度的日变化和光周期变化,并受设施条件(覆盖材料及其洁净度等)的影响。实践中,在温室大棚等设施内光照条件受地理纬度、冬春季节连阴天、雨、雪、雾天气等恶劣天气,以及大气污染和浮尘等因素的影响,弱光寡照、光周期不足等逆境条件频繁发生,严重影响了设施园艺作物的生长发育和优质高产。

近年来,严重的雾霾天气已经成为影响设施园艺生产的重要因素。2013年,我国发生了多次雾霾天气,发生频率之高,范围之大为历年之最,大气污染堪忧。从东北到西北,从华北到中部导致黄淮、江南地区,都出现了大范围的连续雾霾天气,一次影响的国土面积近200万km²,大气透明度极低,严重影响了设施园艺生产。雾霾,顾名思义是雾和霾。雾是指大气中因悬浮的水汽凝结、能见度低于1 km时的天气现象;而霾的形成主要是空气中悬浮的大量微粒和气象条件共同作用的结果。雾与PM_{2.5}和PM₁₀大气污染物是形成雾霾的必要条件。雾霾天气直接导致设施蔬菜光照不足,诱发生叶片黄化、植株萎焉、生长缓慢、落花落果、茄果类作物果实着色不均,转色困难等现象,造成严重损失。雾霾天气发生时,菜农为了保持设施内的温度,不揭帘子或草苫,间接导致设施蔬菜不能及时通风换气,这样二氧化碳浓度持续降低,棚内有害气体无法排除,影响植株长势不利于植物光合作用与生产。更为严重的是,雾霾天气极易诱发蔬菜病虫害的暴发和流行,严重影响大棚蔬菜产量、品质和种植效益。冬季雾霾天气的多发、高发时段也是当地设施蔬菜生产关键期和产生效益明显期,严重制约了设施园艺生产的经济效益,实施设施园艺补光十分必要和紧迫。

通过人工补光解决因雾霾造成设施光环境胁迫问题的有效措施。科学补光的原则是根据天气条件,按照设施植物的光生物学需求,设置人工光环境调控及管理策略,实施动态智能化管理。近年来,农业照明光源发展迅速,传统电光源的发光效率、节能性能、生物光效逐步提高,应用性价比趋于合理,为在设施园艺照明推广应用奠定了良好的基础。当前,传统农业光源,如高压钠灯、金属卤化物灯、卤钨灯和荧光灯(包括冷阴极荧光灯、无极荧光灯)、微波硫灯和无极金卤灯等,这些传统光源已在温室补光领域推广应用,有广阔的应用前景。但是,传统人工光源(如荧光灯和高压钠灯)光谱能量分布固定,无法调控,仅能控制光强和光周期,光合有效辐射比例小,无效热辐射较多,光效低,耗能高,可造成设施园艺生产能耗高、效率低的问题,亟待解

决。故此,为响应国家节能减排的号召,必须基于植物光合作用的光谱需求特性,开发新型设施园艺补光技术与装备,实现光环境的智能化调控,提高灯具的生物效能和生产效率,科学补光。

发光二极管(Light-emitting diode, LED)被誉为是设施园艺补光的最理想的替代电光源。LED光源在农业中应用具有传统光源无法比拟的光电优势,主要表现在以下几个方面。(1) LED可按植物生长发育需求调制光谱,按需补光,生物光效高;(2) LED为冷光源,贴近植物照射,可提高空间利用率;(3) LED为直流电可控性好,可精准调控光强、光质和光周期等,适宜工厂化生产;(4) 节能、环保、长寿命、体积小、重量轻;(5) LED光源装置多样(灯板、灯带、灯管和灯泡),适宜设施园艺各个领域应用。众多研究表明,LED红蓝光条件下植物可完成其生活史,正常结实,产生种子。基于此,LED红蓝光可替代传统光源的连续光谱进行设施园艺补光,促进植物生长发育;同时,LED近距离照射可调节植物叶片和果实的代谢过程,可定向调控营养物质的合成与分配,对园艺产品营养品质提升有所裨益。通常,具有LED光源可作为唯一光源或补光光源满足设施园艺作物光合有效辐射的光谱组合配置需求,最大程度地增加生物光效,实现设施园艺生产的大幅节能,可以成为设施园艺节能高效生产的最佳光源。基于LED的固态照明的应用是过去几十年来设施园艺照明的最大进步之一,其广泛应用具有里程碑式的意义。

我国北方雾霾呈严重爆发趋势,雾霾天气已经对设施园艺生产造成严重危害,为了保证国家粮食安全和冬春季城乡居民“菜篮子”需求,应大力推行设施园艺科学高效补光。首先,设施园艺补光需要制定科学的补光策略。根据不同省份,不同地区雾霾天气和弱光寡照天气发生规律,制定合理的补光强度阈值;其次,设施园艺补光需要大力发展LED光源及补光灯具和控制系统。以红蓝复合光质为核心,开发适合玻璃温室、日光温室和塑料大棚应用的LED补光灯具和控制系统,最大程度满足植物生长发育需求同时实现节能减排;最后,需要加大宣传力度,呼吁国家对设施园艺补光灯具研发与应用进行补贴,让农户意识到补光的必要性,促进设施园艺补光产业的发展。据行业评估机构估算,2013仅植物工厂LED光源的产业规模已经高达12亿美元,较2012年增加了27%。可见,设施园艺对照明技术与装备的需求是相当可观的。据估算,整个设施农业电光源需求高达千亿元,农业照明普及所带来的经济效益更加可观。

文/刘文科,杨其长

作者简介 刘文科,中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所,研究员;杨其长,中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所,研究员。

本栏目专门刊登就促进科学技术发展提出的意见和建议,欢迎国内外科技工作者投稿。

(编辑 祝叶华)