

高附加值植物生产的环境控制技术 (二)

植物工厂环境调控对高附加值植物生产的影响

贺冬仙

(中国农业大学水利与土木工程学院, 北京 100083)

UV-A 的 LED 光照和低温刺激对羽衣甘蓝次生代谢产物积累的影响

吴明敏 教授
韩国忠北大学

紫外 (UV-A) 和低温常被作为刺激植物次生代谢产物生物合成的诱导因子。本文旨在探讨短期 UV-A 的 LED 光照和低温对植物工厂栽培的羽衣甘蓝生长及次生代谢产物积累的影响。试验 I 将定植 7 天的羽衣甘蓝植株分别用 LED 波峰为 365、375、385、395 nm 的 UV-A 连续照射 3 周。试验 II 对定植 5 周的羽衣甘蓝植株进行低温处理 (4 °C 或 10 °C)、UV-A 光照处理 (30 W · m⁻²)、低温和 UV-A 光照耦合处理 (10 °C 和 UV-A 光照) 3 天, 再在原生长条件下恢复 2 天。试验 I 的结果表明: UV-A 的 LED 光照有效促进了羽衣甘蓝植株的生长, UV-A 的 LED 波峰越大对地上部和地下部的生长促进作用越大, 但光系统 II 的最大光量子产率 (F_v/F_m) 则随着该 LED 波峰的减小而减小。羽衣甘蓝在 375 nm 波峰的 UV-A 照射 2 天后, 总酚含量显著增加, 在上述 4 种 LED 波峰的 UV-A 照射处理 5~7 天后, 总酚含量均显著增加, 其抗氧化能力亦有类似结果, 该结果不仅用植株的苯丙氨酸解氨酶的活化结果能够证实, 在试验 II 的结果中也能印证。低温和 UV-A 光照耦合处理 3 天后的羽衣甘蓝

植株总酚含量显著高于对照, 2 天恢复期后的内鞣皮素衍生物含量也有明显提高。环境胁迫的类型和周期决定次生代谢产物的化学基团。综上所述, 短期 UV-A 的 LED 光照可促进羽衣甘蓝生长及其次生代谢产物的积累, 而 UV-A 光照和 10 °C 低温的耦合处理比单一胁迫有更好的促产效果。

(中国农业大学贺冬仙、季方翻译)

短明暗周期调控气雾培药用铁皮石斛的光合途径切换及其生长

成永三 博士 贺冬仙 教授
中国农业大学

铁皮石斛是一种具有高药用价值的石斛属植物, 由于其特殊的 CAM 光合途径在自然环境下生长缓慢。本文探索了光暗周期为 12 h/12 h、4 h/4 h 与 2 h/2 h 处理 150 天后的气雾培铁皮石斛叶片的电子传递特性、光合途径表现、生物量与可溶性多糖的积累规律。4 h/4 h 和 2 h/2 h 的短光暗周期下气雾培铁皮石斛叶片的暗期 CO₂ 净交换率为正值, 但在 12 h/12 h 的光暗周期处理下一直表现为负值; 其全天 CO₂ 净交换量与鲜干质量增加量比 12 h/12 h 提高了近 1 倍。2 h/2 h 的短光暗周期处理不仅保证了铁皮石斛具有较高的可溶性多糖含量, 其可溶性多糖产量比 12 h/12 h 的光暗周期处理提高了 1 倍。因此, 4 h/4 h 与 2 h/2 h 的短光暗周期调控可将铁皮石斛叶片的光合途径由 CAM 途径切换为 C3 途径, 并有效地促进其生物量积累, 利用 2 h/2 h 的

贺冬仙, 教授, 专业方向: 生物环境工程, E-mail: hedx@cau.edu.cn

收稿日期: 2019-11-18

基金项目: 国家重点研发项目 (2016YED0201003)

短光暗周期调控还可获得更高的可溶性多糖含量与产量。

(中国农业大学贺冬仙翻译)

关于长季节高产番茄无土栽培的氮素利用效率最大化

维姆·沃格特 研究员
荷兰瓦赫宁根大学

无土栽培的小容积也能完全提供或控制植物的营养,但对于能被根系大量吸收的营养元素如 NO_3^- 和 K^+ 的快速消耗可能是个严重问题。在作物生长的不同阶段,根据基质和水质等条件选择适合的营养液,并提供充足的 NH_4^+ 和 NO_3^- 是种植成功的关键因素。栽培过程的过度灌溉(自由排水系统)或溢流(水培营养液)会使大量的氮素流失到环境中。本文讨论了过去十年为减少无土栽培的氮素损失而开发的新技术。

营养液循环利用是降低养分损失的有效途径。回液再利用会造成 Na^+ 和 Cl^- 等离子的累积,该类非必需离子的累积程度受营养液循环速率的制约。尽管封闭式系统具有节水和节肥等诸多优势,常规做法也会适时更换营养液以降低病菌污染或养分不平衡的风险,故在实际生产中常会制定一些运行策略以减少氮素损失。无土栽培进行养分管理的关键因素是营养液的EC水平,常推荐最佳的EC为控制目标。保持营养液的目标EC是实现作物高产和优质生产的有效措施。然而,最佳EC的各营养元素的离子浓度远高于作物生长所需的最佳浓度。因此,调控营养液的EC小于最佳EC方能满足作物生长的营养需求。最佳EC和需求EC之间的差异可以通过营养离子或非营养离子来弥补,如阴离子 Cl^- 或 SO_4^{2-} 可用于减少这两个参数之间的差异,从而降低 NO_3^- 浓度。

试验表明:在根际环境用 Cl^- 离子代替营养液中高达50%的 NO_3^- 浓度,不会影响作物生长或产量,而调节 NO_3^- 与 Cl^- 的比例有利于 Ca^{2+} 的吸收。降低根际环境的 NO_3^- 浓度可以显著地减少潜在的氮素损失。荷兰温室园艺的生产实践已验证了调控 NO_3^- 与 Cl^- 的比例可以减少营养液氮素损失,这是

一项具有普适性的技术方法。

在基于岩棉的番茄长季节吊蔓栽培中,对长达11个月的温室生产性能,如番茄产量、果实品质、水分和矿物质平衡、植株养分吸收进行了长期监测。与对照相比,当营养液供应的N(NO_3^-)浓度降低13%~18%,根际环境(回液)产生的 NO_3^- 浓度则降低40%~55%,但并未影响番茄产量和果实品质。与对照相比,调控 NO_3^- 与 Cl^- 比例时,番茄作物对氮素的吸收仅下降了不足10%,该结果充分证实了番茄对氮素的高效吸收机制,故利用“水流”模型可以估算无土栽培氮素损失的潜在收益。为此,与未调控 NO_3^- 与 Cl^- 比例的长季节吊蔓栽培的温室番茄生产相比,有效地调控 NO_3^- 与 Cl^- 比例可以减少营养液55%~85%的氮素损失,即每年每公顷可减少80 kg和120 kg的氮素损失或氮排放量。

(中国农业大学贺冬仙翻译)

韩国草莓产业发展现状及基于植物工厂技术的草莓种苗繁育

全旭厚 教授
韩国首尔大学

韩国草莓产量在2017年为20.9万t,产值约12.31亿美元,占韩国蔬菜总产值的12.6%;然而在2005年韩国草莓产量已达20.2t,但产值仅为5.7亿美元。与此同期草莓种植面积已从6969 hm^2 减少到5907 hm^2 。2018年韩国草莓出口量为4895t,产值约4750万美元,主要销往东南亚国家。近15年来,韩国培育并注册了40个草莓新品种,所有权分属于私营企业、非盈利组织和地方政府机构。草莓品种Seolhyang、Jukhyang、Maehyang和Santa在2018年的种植面积高达94.5%,而在2005、2010、2015年时分别为9.2%、61.7%、90.8%。韩国草莓育苗具有一套专业的技术认证体系,所有繁育用的组培苗、原原种苗、原种苗必须通过病毒检测。为了提高草莓种苗的繁殖效率,本文开发了一种基于人工光型植物工厂的草莓新型育苗方法。用冠径约5 mm的子苗作为母株在植物工厂环境下进行草莓种苗繁育,将该子苗上新长出的匍匐茎顶端固定于穴盘基质中。当新生子苗的冠径大小接近母

株冠径初始大小时, 将其从母株分离后作为下一代母株使用。上述母株培育 40 天后产生 3 个新的匍匐茎, 该母株的冠径约 12 mm 时将其剪切后贮存于冷库, 之后可作为母株或种苗使用。在使用荧光灯的人工光型植物工厂中, 3.6 m² 的栽培面积内种植 9 株草莓母株, 一年生产出 3 497 株种苗, 这比常规的草莓繁育数量提高了 110~140 倍。在基于白色和蓝色组合 LED 光照的人工光型植物工厂, 利用 18 m² 和 36 m² 的栽培面积每年可分别生产 19 103 株和 36 345 株草莓种苗。鉴于植物工厂繁育草莓种苗的高效性, 韩国政府正在计划利用该技术进行草莓原原种繁育。

(中国农业大学贺冬仙、季方翻译)

日本种子繁殖型草莓的育种状况及其在草莓生产中的意义

丸尾达 教授

日本千叶大学, 日本植物工厂研究会

随着农业就业人口的迅速减少, 日本迫切需

要扩大生产规模以节约劳动力。脱毒草莓苗生产已经成为制约规模化草莓生产的最大问题, 故种子繁殖型草莓品种开发和引种在日本受到广泛关注。种子繁殖型草莓可以将包括病毒在内的种苗病害风险降到最低, 还便于实现育苗全程自动化和移栽机械化, 适用于草莓集约化和规模化生产。但是, 草莓的种子繁殖型品种选育还存在诸多问题, 故日本的草莓生产依然以营养繁殖品种为主。此外, 草莓属于八倍体作物, 极易产生变异, 这是目前种子繁殖型草莓选育的主要问题。日本通过十多年来在种子繁殖型草莓的品种选育及其配套新型栽培技术方面的研发, 新品种培育、种子高效生产、育苗技术与移栽方法等关键问题在近年来逐一得到了解决, 正在进行产业化推广。目前, 种子繁殖型草莓品种为一代杂种, 主要由私营公司进行选育推广, 不久可能会实现向海外出口草莓种子及其栽培技术。

(中国农业大学贺冬仙、季方翻译)

本期 5 篇摘要来自于“2019 中国设施农业产业大会暨 2019 年高附加值植物生产的环控技术国际研讨会”的“高附加值植物生产专题”。

· 信息 ·

《中国蔬菜》投稿要求

《中国蔬菜》由中国农业科学院蔬菜花卉研究所主办, 主要报道我国蔬菜科研、生产及市场的行业动态、科研成果及实用技术等, 是全国中文核心期刊、中国科技核心期刊。设有产业广角、研究论文、品种选育、市场观察、栽培管理、新优品种等栏目。

产业广角: 聚焦蔬菜产业发展进程中发生的重大事件或变革, 深度报道全国各地蔬菜产业发展新动向、新问题。

专论与综述: 综述蔬菜某一研究领域的代表性成果, 评论研究现状, 并对今后研究提出建议。

研究论文: 报道具有创新性的蔬菜栽培、育种、病虫害防治、产后贮藏加工等方面的最新研究成果。

品种选育: 刊登各地蔬菜新品种的选育报告。

市场观察: 刊登最新蔬菜市场信息。

栽培管理: 报道蔬菜生产上发生较严重并有一定发展趋势的病虫害及防治方法, 介绍新颖实用的蔬菜生产新技术。

新优品种: 推荐具市场推广潜力的蔬菜新优品种。

投稿: 请使用在线投稿的方式, 访问《中国蔬菜》学术网 www.cnveg.org, 首次投稿时需要注册一个“作者账户”, 按照提示与引导将稿件上传到数据库服务器。如果不能在线投稿, 请与编辑部联系。本刊不受理“一稿多投”稿件。

审稿: 稿件将由同行专家进行评审, 并做出录用与否的决定。评审过程大约需要 60~90 天。评审结束后, 无论录用与否, 编辑部都将及时向作者转达评审意见。作者若在 90 天内没有收到评审意见, 请及时与编辑部联系。

录用: 稿件被录用后, 全体作者应当签署“著作权转让声明书”, 将该论文(各种语言版本)所享有的复制权、发行权、信息网络传播权、翻译权和汇编权在全世界范围内转让给《中国蔬菜》编辑部, 全体著作权人授权《中国蔬菜》编辑部根据实际需要独家代理申请上述作品的各种语言版本(包含各种介质)的版权登记事项。