

植物无糖

组织培养

环境控制中的问题及对策

(二) 大型培养容器的环境控制

■ 刘文科 杨其长

无糖组织培养 (Sugar-free micropropagation), 又称光自养微繁 (Photoautotrophic micropropagation)。该技术是环境控制技术在植物组培苗生产中的典型应用, 其特点是采用人工环境控制手段, 用 CO_2 替代糖作为碳源, 提供植株生长适宜的光、温、水、气、营养等条件, 促进植株的光合作用, 从而促进植物的生长发育。此法优点在于: 培养基中不用添加糖和生长调节物质, 只是通过提高培养空间 (培养间和大型培养容器) 内的光照度、 CO_2 浓度、温度和湿度, 以及气流交换速度等来增强组培植物的光合速率。该技术的应用也为植物组织培养的工厂化、规模化生产提供了契机。

大型培养容器是当前无糖培养技术的一种空间实现形式。由于大型培养容器的体积相对较小, 气密性更好, 所以一般认为它比组培间更容易控制内部气体环境, 获得高质量的组培苗。事实上, 大型培养容器可被看作微缩的组培间, 但其内部环境由于其体积、材料透光性等差异而不同, 在对其环境因子进行控制时有着独特的要求。采用大型培养容器进行组培苗生产时, 必须对其内部的气体环境进行控制。生产过程中, 由于大型培养容器内是一个复杂的生态系统, 发生着强烈的生物、化学和物理学变化, 极易产生并累积多种杂质气

体, 对植物苗造成危害。如果没有或不良的控制系统将导致容器内气体环境严重偏离植物的生理需要, 而且这种变化将比组培间更易对组培苗造成危害。环境控制的目的是有二: ① 通过添加 CO_2 气体, 调节光照等因素建立较好的生长环境; ② 去除过量的水蒸汽和其它杂质

气体及热量, 避免其累积危害。所以, 良好的环境控制是无糖培养技术高效应用的前提, 而目前我国对组培物理环境因子的调控及其控制系统的研究尚处于起步阶段, 且多数研究集中于大型组培容器及其强制供气系统的研制上, 就大型培养容器的环境控制问题仍存在着诸多问题与不足。2003~2006年, 在科技部项目的资助下, 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所环境工程

研究室设施工程技术实验室研制并建立了一套大型培养容器和环境控制系统, 可对 CO_2 浓度进行定量调控。借助于安装有综合控制系统的组培间, 可实现温度的间接调节。经过测试和运行, 系统表现出一些不足之处, 需要进一步研究和改进, 以推动该项技术的成熟和应用。

大型组培容器的设计

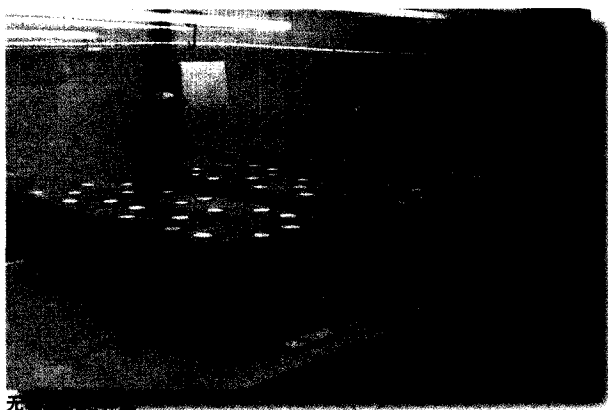
从规模化、工厂化和提高效率的角度出发, 大型化是组培容器设计的发展方向。从几升到几十升再到上百升, 发展非常快。中国学者已经开发出了120L (昆明市环境科学研究所) 和180L的 (中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所) 组培容器。大型组培容器的主要的优点如下: 首先, 增加的培养空间可容纳更多的组培苗同时培养, 更具有规模化生产特征; 其次, 较大的空间便于安装控制设备, 增加控制精度; 最后, 相对减少大型培养容器的制造成本。

大型组培容器内部环境的控制

目前, 大型培养容器可以对相对湿度、光照、 CO_2 浓度进行不同程度的直接和间接控制。然而, 由于控制系统所采用的传感器、控制程序、执行机构和控制方式的不同, 在控制效果上差异明显。另外, 由于组培苗生长的生物学规律、环境因子控制原理

及其交互作用的存在, 实际上密闭环境的综合控制也是相当复杂的一个问题。要获得理想的控制效果必须将控制对象的调控容量、控制系统负荷以及植物学要求紧密结合起来, 否则, 顾此失彼, 得不偿失, 效果难以提高。通常, 开放式培养是无糖培养的常用培养方式, 优于半开放式。后者的缺点在于, 直接调控的并非组培苗所处的微环境, 滞后性大, 不利于也难以做到及时有效地控制效果。但是, 开放式培养方式缺点, 是导致容器内的相对湿度经常接近或达到结露水平, 这不仅不利于组培苗的生长, 也对控制系统元件造成损害。因此, 我

们提出了局部开放式培养的概念, 即通过对生根阶段的组培苗基质进行覆膜处理, 将植株地上部实施开放式控制, 而基质和根系处于非开放状态。这一措施优势有三: ① 可以很好地解决半开放式间接调控的滞后性问题, 同时使组培苗光合器官与可调控气体环境直接接触; ② 可有效地控制大型培养容器内的相对湿度, 使之由开放式的100%结露水平降低到50%~70%的水平, 从而降低



无糖组织培养

七

几字型屋顶，为您彻底解决冷凝水滴落之烦！
薄利经营，为您设计制造出满意的温室！

控制系统元件（如传感器）的老化速率，保证其使用寿命；③可很好地保证根际湿度和温度，有利于提供合适的暗环境，促进生根。试验结果表明，覆膜处理能够促进大豆组培苗的生根（未发表数据）。因此，局部开放式培养是无糖培养生根阶段适宜采用的方法。

CO₂ 浓度控制

CO₂浓度加富是无糖组织培养的本质特征之一。CO₂浓度控制是大型组培容器内部需要控制的最主要的因子。目前，国内研制的CO₂施加系统能够使容器内CO₂浓度达到较高浓度水平，但控制精度有待进一步提高。一般而言，现在的控制精度可达到控制值 $\pm 50 \sim 200 \mu\text{L/L}$ 范围之内。制约控制精度的条件除了容器结构、强制通气系统结构、CO₂释放装置等影响因素外，控制方式是关键的一个因素。中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所研制的控制系统采用比例控制（PWM）控制方式，使大型植物无糖培养容器环境控制系统的控制精度达到控制值 $\pm 50 \mu\text{L/L}$ 的高水平。

相对湿度控制

相对湿度控制是大型组培容器内环境控制的一个难点。虽然采用局部开放式培养可基本保证是无糖培养生根阶段适合的湿度水平，但仍有必要开发湿度控制装置，增加湿度的可控性。我们研制了一种集加湿和除湿功能于一体的湿度控制装置，并申请了专利（申请号：200520110047.X）。此装置具有体积小，易安装等特点。采用密闭循环方式运行的工作原理，可调节空气温度和湿度环境，不会损失补加的CO₂气体资源。

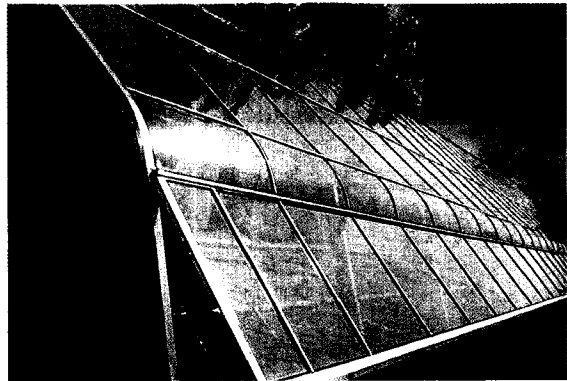
温度控制

温度控制是大型组培容器内部需要控制的因子之一，也是难点。主要原因在于，一般的容器制造材料考虑到光照因素均采用的是玻璃或有机玻璃等较薄且透明的材料，这些材料绝热能力较差，难以隔断容器内外的热交换。因此，通过调节内部温度达到控制容器内温度的方法是不可行的。目前，一般采用控制容器所在房间的温度来间接控制容器内部温度的方法。从规模化、工厂化生产的角度间接控制也是合理的。从运行效果来看，此方法是可行的，但存在一定的问题。比如由于光源灯近距离长时间的照射培养容器，常致使容器内部温度略高于房间内的温度，甚至出现较大的波动。如何解决目前存在的难题，仍需要进一步研究。

控制均匀度问题

大型培养容器的环境控制好坏的关键指标之一是控制均匀度问题，即整个培养容器内不同部位的光照、温度、相对湿度和CO₂浓度的一致性问题。从现今研究现状来看，尚无法做到整个培养容器空间环境因子的均匀一致。实际上，对无糖培养而言，能够保证组培苗所在空间环境因子的相对均匀就可以了。在上述条件下，基本能够生产出生长一致的高质量组培苗。在各种环境因子中，相对湿度和CO₂浓度是最有希望最先实现容器内均匀控制的两个，如人们正在尝试通过小型风扇搅动等方式实现这一目标。现在，如何调节容器内环境的均匀性尚有待探讨。

■ 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所 100081



承接：文洛式、圆拱顶、单坡面等结构的PC板、玻璃、薄膜等电控或全自动控制温室工程。

提供：加温、降温、遮阳、保温、节水灌溉、施肥、育苗、水处理等温室配套设备。

南昌市天成温室工程有限公司

地址：江西省进贤县北門路69号 邮编：331700

电话：0791-5666386 5653743 5690578

传真：0791-5653743

<http://www.nctcws.com.cn>

E-mail: nctcws@sohu.com

