

组培容器封口材料透过性能的试验研究

颜 玮¹, 丁为民²

(1. 南京信息职业技术学院, 南京 210034; 2. 南京农业大学 工学院, 南京 210032)

摘 要: 封口材料与组培容器构成了组培特殊的非开放式微生态环境。封口材料是容器内外交换物质的途径, 其透气性直接影响着组培苗的生长发育。为此, 设计了一种快速简单的测定封口材料透气 (CO_2) 性能和透湿性能的实验方法, 对几种典型材料 (聚四氟乙烯、硫酸纸、聚氯乙烯等) 的透过行为进行了对比研究。结果表明, 设计的实验容器密闭效果良好, 实验原理正确, 方法可行; 测试的材料透过性能差别很大, 优劣十分明显。

关键词: 园艺学; 组培; 试验; 封口材料; 透过性能; 测试方法

中图分类号: S604*.3

文献标识码: A

文章编号: 1003-188X(2007)01-0170-03

0 引言

植物组织培养技术自 20 世纪 60 年代开始, 至今已经发展成为现代生物技术的重要组成部分, 为社会带来了巨大的经济效益。组培瓶内放有含激素和营养元素的培养基, 组培苗母体插入其中。激素和营养元素易引起细菌滋长, 形成污染。为了隔绝外界的污染源, 瓶内应保持无菌、近似封闭的状态。此状态光合作用较弱, 培养的小苗处于光合异养的生长状态。

气密性容器阻止细菌微生物的侵入, 同时也阻碍着组培瓶内外空气的流通。 C_2H_4 逐渐在组培瓶顶部积累, 无法散出; CO_2 浓度下降, 无法得到及时的补充。瓶内各种气体浓度异常, 不利于组培苗正常生长, 组培苗后继驯化周期增长, 培育难度增大。

1 封口材料对组培环境的影响

封口材料是组培环境与外界交流的通道, 它直接影响组培瓶内的气体环境, 进而影响组培苗生长状况。改善其透过性能, 使组培苗获得充足的 CO_2 , 提高了组培苗的光合作用, 有利于植物干物质的积累^[1]。同时, 可较为迅速地降低组培瓶内的高湿、高 C_2H_4 浓度, 防止组培苗叶片生长不正常、幼苗玻璃化、蒸腾作用受抑制等现象^[2]。尤其针对组培苗玻璃化的问题, 封口材料的透湿性能是解决问题的关键所在^[3]。

组培瓶口包扎封口材料, 无法用抽气的方式对

其内部进行直接的环境控制。因此, 只能通过控制外部环境, 配合组培瓶外相关物理性质参数的调整来达到控制内部环境的目的。封口材料影响内外环境的物质交流, 其透过性能是控制系统中变动系数之一, 其优劣直接关系到控制系统的时间迟滞性和准确性。

2 实验机理

根据组培实际环境, 以及组培苗生理的需求, 本实验主要测定和对比了几种常用的封口材料透过 CO_2 和水蒸气的能力。在培养初期, 容器的内外气体的总压力以及各气体的分压力相等, 此时气体透过量为零。组培苗生长到一定时期, 其生理活动降低了容器内 CO_2 的浓度, 并增加了 C_2H_4 等气体; 培养基、苗蒸发水分, 容器内的湿度远大于组培室内的湿度。封口材料两侧气体的总压力虽然不变, 但各气体的分压力却失去了平衡。为了达到重新平衡, 气体从浓度较高处向浓度较低处传递。透过性能良好的封口材料可以迅速地实现 CO_2 和水蒸气的迁移, 达到平衡。因此, 为了更准确地测试组培封口材料实际透过性能, 实验采用浓度法^[4]检测封口材料两侧 CO_2 浓度和水蒸气湿度的变化, 计算封口材料的透过性能。

根据材料透过原理^[5]、理想气体状态方程、道尔顿 (Dalton) 分压定理、阿玛伽 (Amagat) 分体积定律、Henry 定理以及 Fick 第一定理^[6], 得材料的透过系数 (透气系数与透湿系数) 为

$$P_g = E \times \frac{dVT_0}{Ap_0T} \quad (1)$$

$$E = \frac{1}{t} \times \ln \frac{c_0 - c_a}{c_t - c_a} \quad (2)$$

收稿日期: 2006-07-17

作者简介: 颜 玮 (1979-), 女, 江苏江都人, 助教, 硕士, (E-mail) duiandeyu2002@163.com。

通讯作者: 丁为民 (1957-), 男, 合肥人, 教授, 博士生导师。

$$P_g = 2.167 \times 10^{-3} \frac{dV}{TA} \times W \quad (3)$$

$$W = \frac{1}{t} \times \ln \frac{\theta_a - \theta_0}{\theta_a - \theta_t} \quad (4)$$

式中 P_g —该气体透过薄膜的透气系数 ($\text{cm}^3 \text{cmcm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \text{Pa}^{-1}$);

ρ_v —材料的透湿系数 ($\text{kgmm}^{-2} \text{s}^{-2} \text{Pa}^{-2}$);

T_0, p_0 —STP 下的温度、压力;

T —测定透性时环境温度 (K);

c_0 — CO_2 在容器内的初始浓度 (%);

c_t —容器内任意时刻 T 的 CO_2 浓度 (%);

c_a —外界恒定环境中 CO_2 气体的浓度 (%);

V —容器体积 (cm^3);

d —膜厚度 (cm);

A —有效面积 (cm^2);

t —时间 (s);

θ_0 —容器内初始相对湿度 (%);

θ_t —容器内任意时刻 T 的相对湿度 (%);

θ_a —外界恒定环境相对湿度 (%);

E —透气率 ($\text{cm}^3 \text{cmcm}^{-2} \text{Pa}^{-1}$);

W —透湿率 ($\text{kgmm}^{-2} \text{Pa}^{-2}$).

式(2)中的参数 E , 又可称为“透气率”^[7]。与 P_g 相比, E 并不是材料的本质特性, 只有在环境温度、材料厚度、面积等条件相同的情况下, 才能对几种材料进行透气性能的比较。

式(4)中的参数 W 与 E 类似, 某些情况下可以表征材料透湿能力^[8]。本试验中, 通过多次测定同一种材料透气率, 检验试验的可靠性, 大大减轻了数据处理工作的繁琐程度。

3 试验器材及过程

1) 试验器材: 小容器、组培箱、钢瓶装 CO_2 气源、气体缓冲罐、两个 CO_2 传感器、湿度传感器、控制器、控制软件。

小容器用有机玻璃制成, 双层顶盖, 上层顶盖可拆卸, 下层与容器连成一体, 密封。两层顶盖中间开孔, 实验时试样膜贴在两层开孔处。 CO_2 储气压力为 50MPa, 储气瓶阀门口处安装压力表和减压阀。气体缓冲罐为自制圆柱钢瓶, 体积为 40L, 薄钢板滚压成形, 焊接而成, 顶端焊有 3 个圆柱形端口, 安装软管和压力传感器。两个 CO_2 传感器 (VAISALA, GMW20D/GMW22D) 分别检测小容器内外气体浓度。WSJ1-12 型温湿度变送器, 可以检测小容器内部温湿度。控制器及控制软件由南京农业大学工学院自

行设计编程, 可以监视小容器内部环境参数并能控制 CO_2 浓度。

2) 试验过程: 测试透气性能时, 准备好实验器材, 连接好线路, 如图 1 所示。向小容器内通入纯 CO_2 气体, 达到设定浓度值时, 停止充气。迅速地在小容器第一层顶盖开孔处贴试样膜, 用第二层顶盖压好, 两个开孔对准, 并封上小玻璃片, 密封。



图 1 试验器材

气体进入容器后, 与内部原先的气体相混合, 需要一定的时间达到稳定平衡; 内部气体稳定后, 去除小玻璃片, 计算机开始记录小容器里 CO_2 浓度变化, 同时记录外界环境中 CO_2 气体浓度变化。

对获得的实验数据进行分析、处理。透湿性能测试方法与上述类似。将小容器放入大组培箱中, 保持大组培箱湿度一定, 检测小容器中湿度变化, 计算机记录变化数据, 并进行分析。

4 实验结果分析

由实验所得的气体浓度变化和湿度变化数据验证实验模型理论基础正确。容器内 CO_2 气体浓度、湿度变化呈现指数规律, 如图 2 和图 3 所示, 其中, 气体数据指数曲线模拟相关系数分别为 0.9987, 0.9984, 0.9927 等, 拟合程度高 (如表 1 所示), 推导公式正确。

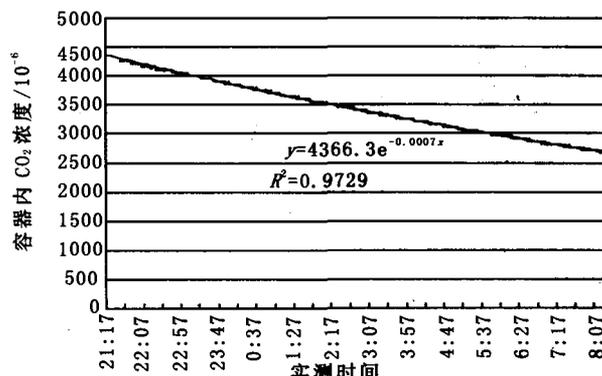


图 2 容器内 CO_2 气体浓度变化拟合曲线

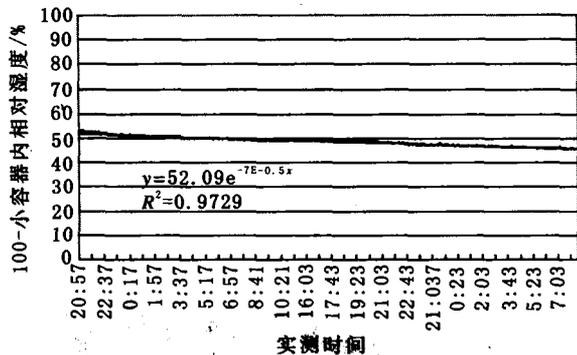


图3 容器内相对湿度变化拟合曲线

表1 不同起始浓度和不同温度下E值

编号	温度 /K	起始浓度 /10 ⁻⁶	E 值	相关系数 R ²
1	274	4979.8	0.0007	0.9987
2	275	5000.0	0.0007	0.9982
3	290	1535.1	0.0009	0.9927

实验结果证明各种材料之间的透气性能和透湿性能存在很大的差异,如图4和图5所示。

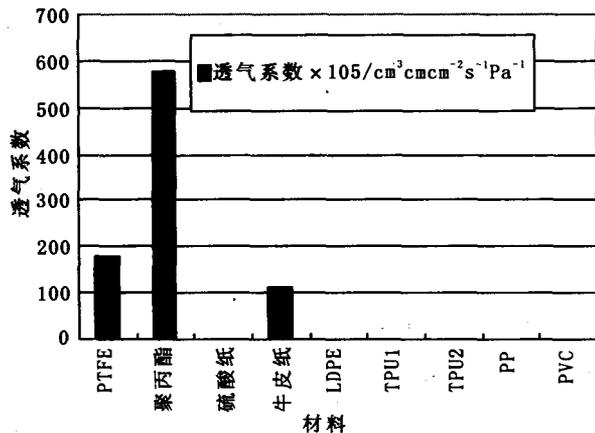


图4 材料的透气系数对比

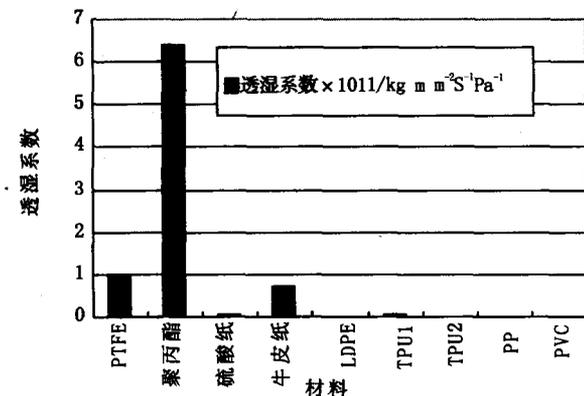


图5 材料透湿系数的对比

5 结论

新型材料聚四氟乙烯、聚丙烯的透气系数和透湿系数均非常高;组培实验室常用的硫酸纸、低密度聚乙烯性能与其相差很大;热塑性聚氨酯透气性能和透湿性能都比聚乙烯好,近年来常作为其替代品;聚乙烯和聚丙烯的透气性能、透湿性能非常差,几乎可认为是密封性材料。

组培实验室常使用的封口材料(低密度聚乙烯、硫酸纸等),透气系数和透湿系数数值不高,其透过性能不好,从而产生组培环境高湿、CO₂浓度低等诸多的问题。这种环境下的组培苗,容易发生玻璃化。移栽后,在驯苗期小苗的失水率高,污染率高,容易造成大批死亡。

参考文献:

- [1] Michio Kanechi, Masakatsu Ochi. The Effect of Carbon Dioxide Enrichment, Natural Ventilation, and Light Intensity on Growth, Photosynthesis, and Transpiration of Cauliflower Plantlets Cultured in vitro Photoautotrophically and Photomixotrophically [J]. Hort. Sci, 1998, 123(2):176-181.
- [2] 崔辉梅. 加速我国植物组织培养产业发展的对策 [J]. 林业科技, 2002, 27(3):1-3.
- [3] M. J. Correll, Y. Wu, P. J. Wwathers. Controlling Hyperhydration of Carnations (Dianthus Caryophyllus L.) Grown in a Mist Reactor [J]. Biotechnology and Bioengineering, 2000, 74(4):307-314.
- [4] ASTM. D 3985-81 Standard Test Methods for Oxygen Gas Transmission Rate Through Plastic Film and Sheeting Using a Coulometric Sensor [S]. 1988:534-539.
- [5] Marcel Mulder. 膜技术基本原理 [M]. 李琳, 译. 北京:清华大学出版社, 1997:78-89.
- [6] E. L. 柯斯乐. 扩散:流体系统中的传质 [M]. 北京:化学工业出版社, 2002:58-67.
- [7] 徐志刚, 崔瑾, 刘晓英, 等. 组培封口材料透气率的测定与计算 [J]. 农业工程学报, 2005, 21(1):23-25.
- [8] 叶保平, 黄贇辉. 塑料薄膜透湿性测定技术研究 [J]. 南昌大学学报, 1994, 16(2):18-20.

(下转第175页)

Wheeled Tractor Pulling Characterize and Applied Research

PENG Yong-zhong

(Yongzhou Vocational Technical College, Yongzhou 425000, China)

Abstract: All through harvest -35 wheeled tractor in the dry and wet testing operations, mapping out its lead character charts, through the analysis of the speed stalls, drive efficiency and fuel consumption and the relationship of soil moisture content, surface condition attached to the tractor performance impact on the operation of tractors, how to play their best power and reasonably good economic results, and made some improvements.

Key words: agricultural engineering; tractor; experiment analysis; drive characteristics

(上接第 169 页)

Abstract ID: 1003-188X (2007)01-0167-EA

Study on Visual Navigation Parameter Determination of Agricultural Vehicle

YU Guo-ying, MAO Han-ping

(Institute of Agriculture Engineering, Jiangsu University, Zhenjiang 212013, China)

Abstract: Parameter' determination is the key technology in the visual navigation of agriculture vehicle. In this paper, the main methods of visual navigation parameter' determination are analyzed, and Radon transform is applied to determine the parameter based on image pretreatment and edge detection. The experimental results show that the measuring precisions of navigation parameters are similar to the level reached in the same kind of international researches.

Key words: computer application; image segmentation; experiment; vision navigation; Radon transform; parameter determination

(上接第 172 页)

Abstract ID: 1003-188X (2007)01-0170-EA

Permeability Measurement of Sealed Materials on Plant Tissue Culture Vessel

YAN wei¹, DING Wei-min²

(1.Nanjing Information Technology College, Nanjing 210034, China; 2.College of Engineering, Nanjing Agriculture University, Nanjing 210032, China)

Abstract: In the conventional production the tissue culture vessels were sealed with materials to keep off the bacteria and virus which engender the tissue. The covering material provides a channel which allows matter exchange and a better permeability for enough gas passing through. The mechanism of matter exchanging through covering materials is studied in this paper. Some representative materials (the Hydrophobic Fluoropore membrane, the supplanted paper and the polyvinyl chloride film etc.) are measured and compared. The experiment results show that the test chamber was well airproof, and the method was correct and feasible. The different materials have the obvious different gas permeability.

Key words: gardening; plant tissue culture; experiment; sealed materials; permeability; measurement