

生根阶段组培微环境对草莓组培苗生长及光合的影响

孙晓梅¹, 陈杰^{2*}, 张永鑫³

(¹上海市农业科学院, 上海 201106; ²同济大学现代农业与工程研究院, 上海 200092;

³浙江省温州市农业科学研究院, 温州 325006)

摘要: 未生根的草莓苗在 3%蔗糖或无糖培养基中诱导生根, 同时分别给予(60±10)、(150±10) $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 两种光照及(350±50)、(700±100) $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 两种 CO₂ 浓度, 培养 20 d 后测定各项指标。结果表明, 草莓组培苗的整体生长势以添加 3%蔗糖处理的较好, 提高光照和 CO₂ 浓度进一步促进其生长。较高光照降低了叶绿素含量, 而类胡萝卜素的相对含量有所提高。在未增加 CO₂ 的条件下蔗糖对组培苗的光合有轻微的负影响, 而提高 CO₂ 浓度对组培苗光合速率有积极影响。

关键词: 草莓; 组织培养; 微环境; 生长势; 光合速率

中图分类号: S668.4; Q813.1 **文献标识码:** A

Effect of microenvironment on the growth and photosynthesis of tissue-cultured strawberry plantlets at rooting stage

SUN Xiao-mei¹, CHEN Jie^{2*}, ZHANG Yong-xin³

(¹Shanghai Academy of Agricultural Sciences, Shanghai 201106, China; ²Modern Agricultural Science and Engineering Institute, Tongji University, Shanghai 200092, China; ³Wenzhou Academy of Agricultural Sciences, Wenzhou 325006, China)

Abstract: The unrooted tissue-cultured plantlets were cultured for 20 days on MS medium containing 0% or 3% sucrose under conditions of (60±10) or (150±10) $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ light intensity and (350±50) or (700±100) $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ CO₂ concentration. The results showed that the growth vigor of the plantlets on the MS medium with 3% sucrose was better, and increasing light intensity and CO₂ concentration could further promote the growth of plantlets. The higher light intensity reduced the chlorophyll content but increased the relative amount of carotenoid. Adding sucrose without increasing CO₂ had a slightly negative effect on the photosynthesis of plantlets, but increasing CO₂ concentration could significantly improve the photosynthetic rate of plantlets.

Key words: Strawberry; Tissue culture; Microenvironment; Growth vigor; Photosynthetic rate

植物组织培养技术不论在商业化生产方面, 还是作为一种试验手段, 近年来都得到了广泛的应用。有效的组培快繁不仅要求具有较高的繁殖系数, 而且要求组培苗有良好的生理活性, 以减少在移栽驯化中的损失。因此, 有关组培微环境对组培苗生长和生理活性影响的研究得到更多的关注。本试验以脱毒快繁的草莓组培苗为材料, 通过改变生根阶段组培微环境中光照强度和 CO₂ 浓度, 并结合培养基中蔗糖的添加与否, 研究其对草莓组培苗生长及生理活性的影响, 以期对组培快繁体系的进一步完善提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 材料和处理 试验于 2003 年 4-6 月在浙江大学园艺系进行, 重复 3 次。品种为“丰香 8”, 由浙江省农业科学院园艺所提供, 将未生根的草莓组培苗株高(1.1±0.2) cm, 3~4 片叶, 分别转接到添加 3%蔗糖和无蔗糖的 MS 生根培养基上, 并设置光照强度为(60±10)、(150±10) $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 和

收稿日期: 2007-02-12 初稿; 2008-01-28 二改稿

基金项目: 国家自然科学基金项目(60674070)资助

作者简介: 孙晓梅(1978-), 女, 硕士研究生, 研究方向: 分子生物技术

* 通讯作者, Tel: (021)26999270; E-mail: chenjie18@yahoo.com.cn

(350 ± 50)、(700 ± 100) $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 两种 CO_2 浓度处理,共 8 个处理(表 1)。培养容器采用带滤纸的透气膜封口(北京振泰园艺设施公司生产),光照由生物镝灯调节高度控制, CO_2 浓度由置于玻璃培养箱^[1]中的碳酸缓冲液($2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$)提供^[2]。生根时培养箱温度为(25 ± 2) $^\circ\text{C}$ /(18 ± 2) $^\circ\text{C}$,时间分别为 16/8 h,光照时间 14 h,环境相对湿度 70%。生根培养 20 d 后,测定各项指标。

1.2 测定方法 各处理分别随机取样 5 株,测定鲜重、干重(烘干法)、株高、根长和叶数,计算各处理的干物质百分含量(干物质百分含量 = 干重/鲜重 $\times 100\%$);选取各处理叶龄相当的叶片测定色素含量、光合速率。色素含量采用丙酮-乙醇混合液法^[3]测定,光合速率用氧电极(Clark 电极)法^[4]测定,重复 4 次。

2 结果与分析

2.1 生根阶段蔗糖、 CO_2 浓度和光强对草莓组培苗生长的影响

2.1.1 对鲜重的影响 生根培养处理 20 d,两种光照强度下,均以培养基中添加 3% 蔗糖同时提高环境 CO_2 浓度的处理有最高值,并且处理 8 的植株鲜重是处理 4 培养苗的 1.5 倍(图 1)。较强光照下各处理的植株平均鲜重达到较弱光照下的 1.6 倍。较强光照条件下,处理 7 与处理 6 相比有较高的鲜重,而在较弱光照下,则以添加蔗糖的处理 2 较处理 3 有更高的鲜重值。

2.1.2 对干物质百分含量的影响 两种光强下,3% 蔗糖培养的处理植株均有较高的干物质百分含量(图 2),一般可高出无糖培养植株的 40% 左右,但处理 8 的干物质百分比仅比处理 7 高 24%。可见,提高光强同时增加 CO_2 浓度可减小蔗糖对植株干物质含量的影响。

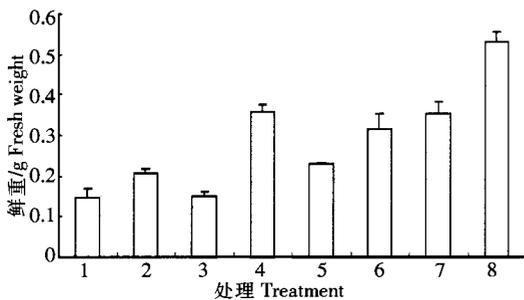


图 1 生根阶段蔗糖添加、 CO_2 浓度和光强对草莓组培苗鲜重的影响

Fig. 1 The effects of sucrose addition, CO_2 concentration and light intensity on fresh weight of tissue-cultured strawberry plantlets at rooting stage

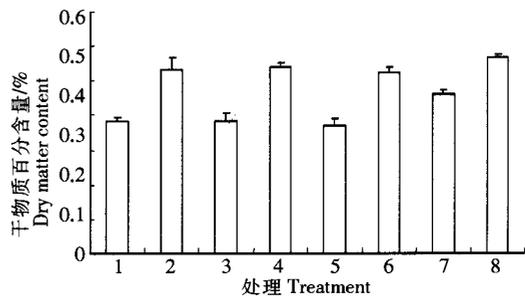


图 2 生根阶段蔗糖添加、 CO_2 浓度和光强对草莓组培苗干物质百分含量的影响

Fig. 2 The effects of sucrose addition, CO_2 concentration and light intensity on dry matter content of tissue-cultured strawberry plantlets at rooting stage

2.1.3 对根长、株高和叶片数的影响 各处理的根系生长以添加蔗糖的植株为佳,并且略呈红色。但根长差异不大。两种光强下, CO_2 均提高了植株的株高, CO_2 对株高的促进作用以较强光照下更为明显。植株叶数在强光下无显著差异,整体平均值比弱光处理高出 17.7%,但以处理 4 的植株叶数最多。生根培养结束时,草莓组培苗的整体生长势以处理 8 和处理 7 较好,处理 6 和处理 4 次之(图 3)。

2.2 生根阶段蔗糖、 CO_2 浓度和光强对草莓组培苗色素含量的影响

生根处理 20 d 后,在光强为(60 ± 10) $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 条件下培养的植株与(150 ± 10) $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 相比,叶绿素含量较高,处理 3 含量最高,达到 $2.9 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ FW,有蔗糖供应同时增施 CO_2 的处理 4 次之。较强光照下,蔗糖供应对植株叶片中叶绿素含量的影响高于 CO_2 的影响(图 4A)。

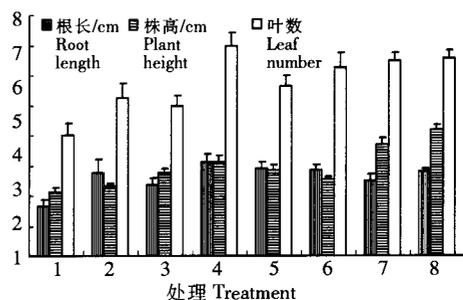


图 3 生根阶段蔗糖添加、 CO_2 浓度和光强对草莓组培苗根长、株高和叶数的影响

Fig. 3 The effects of sucrose addition, CO_2 concentration and light intensity on the root length, plant height and leaf number of tissue-cultured strawberry plantlets at rooting stage

生根培养结束时,较强光照下培养的植株该比值总体略低,即类胡萝卜素的相对含量较高,特别是处理5培养的植株。低光强下,3%蔗糖培养的植株叶绿素和类胡萝卜素的比值相对较低(图4B)。

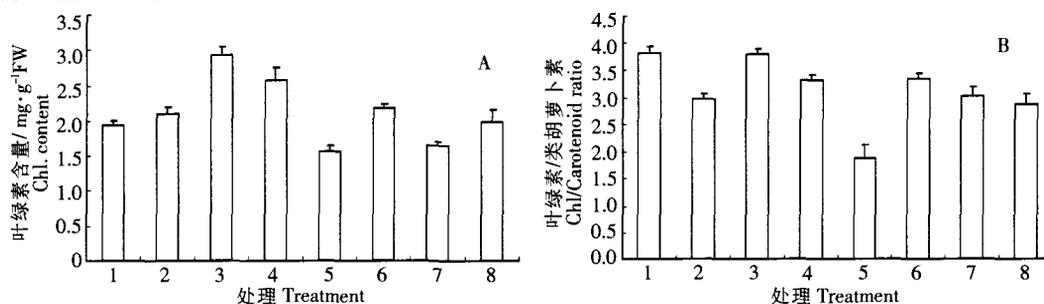


图4 生根阶段蔗糖、CO₂浓度和光强对草莓组培苗叶绿素含量(A)和叶绿素/类胡萝卜素(B)的影响
Fig. 4 The effects of sucrose addition, CO₂ concentration and light intensity on the chlorophyll content (A) and chlorophyll/carotenoid ratio (B) of tissue-cultured strawberry plantlets at rooting stage

2.3 生根阶段蔗糖添加、CO₂浓度和光强对草莓组培苗净光合速率的影响 试验结果表明,草莓苗在移栽时即具有较高的光合能力。生根处理20 d后,较高光照处理的植株净光合速率略高于弱光照下相应的处理。两种光照条件下,以蔗糖作为补充碳源时组培苗的光合速率均有所下降,而增加CO₂浓度可提高植株的光合能力(图5)。

3 讨论

3.1 培养基中添加3%蔗糖对草莓组培苗的生物量形成有积极的影响,表明直接吸收培养基中的蔗糖是组培苗获取生长所需碳源的方式之一,这种碳源获取的方式在弱光条件下显得更为明显。提高培养环境中的光照强度增加植株鲜重和叶数,提高CO₂浓度可进一步增加组培苗的生长量,表明组培苗植株中由碳同化构成的光合产物积累有明显增加,即光合自养能力得到了很大促进。

3.2 叶绿素是光合作用过程中将光能转变为化学能并用于物质合成的关键物质。培养基中添加3%蔗糖提高了草莓组培苗的叶绿素总量。Serrter等^[5]认为,蔗糖可诱导叶绿体的形成。适当提高环境中CO₂浓度,也利于组培苗叶绿素含量的增加。而高光处理使叶绿素含量有所下降,类胡萝卜素的相对含量较高。类胡萝卜素对光氧化的破坏可起到保护功能^[6],因此相对含量的提高在一定程度上反映出了光合机构对不同光环境的适应调节。

3.3 蔗糖的添加对草莓苗净光合速率有轻微的负影响,而提高CO₂浓度对组培苗光合速率影响显著。这也是CO₂加富环境中,植株生长量增加的原因,特别是在较高光强条件下。Le等^[7]曾用源库平衡来解释过量蔗糖和组培环境因子(光照,CO₂)对小植株生长和光合作用的交互影响。即源受限制时,蔗糖起促进作用,而光照和CO₂充足条件下添加蔗糖则造成库的限制,也可解释为反馈抑制,使光合作用下调。

综合生根培养阶段组培微环境中蔗糖、光照和CO₂浓度因子对组培苗生长的影响,可以推论,适当提高光照强度和CO₂浓度有利于植株净光合速率的提高,促进组培苗的生长。虽然在组培微环境适宜时,蔗糖并非是必要的碳源,但通过吸收培养基中添加的蔗糖仍是组培苗获取碳源和能源的方式之一。因此,添加少量的蔗糖仍可作为促进组培苗生长的方法。

参 考 文 献

- [1] 赵卫智,李 辉. 不同CO₂浓度对玉簪试管苗光合蒸腾及气孔导度的影响[J]. 北方园艺,1999(4):30-33.
- [2] Tichá I, Pacovská D, Hofman P, et al. Culture on sugar medium enhances photosynthetic capacity and high light resistance of plantlets grown *in vitro*[J]. Physiologia Plantarum. 1998,102:155-162.
- [3] 张宪政. 植物叶绿素含量测定:丙酮-乙醇混合液法[J]. 辽宁农业科学,1986(5):26.
- [4] 张富道男,张耀宏. 用氧电极法测定甘薯叶的光合速率[J]. 农业新技术新方法译丛,1993(2):23-24.
- [5] Serrter MD, Trillas M I, Aracs J L. The effect of *in vitro* culture conditions on the pattern of photoinhibition during acclimatization of gardenia plantlets to extro condition[J]. Photosynthetica. 2001,39:37-73.
- [6] Young A J. The protective role of carotenoids in higher plants[J]. Physiol Plant, 1991,83:702-708.
- [7] Le VQ, Samson G, Desjardins Y. Opposite effects of exogenous sucrose on growth, photosynthesis and carbon metabolism of *in vitro* plantlets of tomato (*L. esculentum* Mill.) grown under two levels of irradiances and CO₂ concentration[J]. Journal of plant physiology, 2001,158(5):599-605.