

温度和光照对香蕉组培苗生长和增殖的影响

郑洪立 叶春海 王季槐* 丰 锋 吕庆芳

广东海洋大学农学院 广东 湛江 524088

摘 要 以“巴西”香蕉为材料,在人工气候箱条件下,研究不同温度(16, 19, 22, 25, 28, 31, 34 ℃)及不同光照(1 000, 1 500, 3 000, 5 000, 8 000 lx)对香蕉组培苗增殖和生根的影响。结果表明,温度对香蕉分化芽的增殖和生根均有极显著影响;光照主要影响分化芽和生根苗的长势,而对香蕉分化芽的增殖和生根没有显著影响;温度与光照的互作对香蕉分化芽的增殖没有显著影响,而对分化芽的长势和生根均有显著的影响。31 ℃时香蕉分化芽的倍增率和生根率均达到最大,分别为3.07和0.98。增殖培养阶段香蕉分化芽的叶绿素含量低于生根培养阶段。当温度在25~31 ℃之间、光照在1 000~3 000 lx之间时,叶绿素含量均相对较高。高、低温及强光照下叶绿素含量均相对较低。

关键词 香蕉 组织培养 温度 光照

中图分类号 S668.104.3

温度和光照是香蕉组培苗工厂化生产的重要条件,对香蕉组培苗的繁殖系数、分化芽长势和生根的影响很大^[1]。目前香蕉组培苗工厂化生产过程中存在凭经验设置培养温度和光照的现象,不但降低了香蕉组培苗的繁殖系数和质量,还增加了生产成本,同时造成能源的浪费^[2]。国内外对香蕉组培苗的研究很多^[3,4],但有关温度、光照对香蕉组培苗生长影响的研究,多是单独地研究温度或光照^[5]。而对温度和光照的互作进行研究,以及通过叶绿素含量的测定来判断香蕉组培苗生长情况的研究均鲜见报道。笔者研究不同温度、光照及其互作对香蕉组培增殖和生根的影响,并通过测定叶绿素含量反映香蕉组培苗的生长情况,旨在为香蕉组培苗工厂化生产和减少电能的消耗提供理论依据和实践指导。

1 材料与方法

1.1 材 料

材料为采自广东省遂溪县建新镇香蕉园的“巴西”香蕉(*Musa AAA Cavendish*)。

1.2 方 法

试验于2004~2005年在广东海洋大学农学院组培室进行。用人工气候箱(广东韶关科力实验仪器有限公司生产,RYX-800Q-B型)对香蕉快繁的2个培养阶段(增殖培养和生根培养)的温度、光照进行控制。当光照为第*i*档(*i*=0, 1, 2, 3, 4)时,对应光照强度为1 000, 1 500, 3 000, 5 000, 8 000 lx,设置7个温度梯度(16, 19, 22, 25, 28, 31, 34 ℃),温度与光照随机组合,每日光照10 h。每个处理共30个培养瓶,在处理内设置重复,重复2次。每个培养阶段均处理15 d,第15天调查增殖培养阶段的芽数、芽高、芽径、叶数,随机调查3瓶(每瓶含4个分化芽外植体);生根培养阶段第15天调查根数、根长、根径、生根株数、株高、茎径、叶数,随机调查2瓶(每瓶含6个不定芽外植体);培养期间观察香蕉苗的生长情况。试验的实施和数据调查均完全随机。

1.2.1 香蕉无性繁殖体系的建立 将田间选取的带剑叶的优良吸芽带回实验室,用刀削去叶片和部分假茎,只留带生长点的8~10 cm长,剥去外部叶鞘,最后只留带生长点的2~3 cm长作为外植体材料。接着用体积分数75%的酒精泡1 min,将材料放入无菌杯中,用质量分数0.15%升汞处理15 min,用无菌水冲洗3~5次。在无菌碟中用手术刀将材料进一步修整,削去褐变外围,使假茎部分保留0.5 cm左

广东省科技攻关项目(K04084)资助。

郑洪立 男,1981年4月出生,硕士。研究方向:生物技术。E-mail: zhhl2981@126.com

*王季槐 通讯作者。Tel: 0759-2362277, E-mail: wjihuai@126.com

收稿日期:2007-08-28 修回日期:2008-06-10

右,球茎部分保留 1 cm 左右。然后将外植体纵切为 4 块,将其接种于启动培养基(MS+Ad 5 mg/L)上。培养温度为 28 ℃,暗培养。30 d 左右腋芽从叶鞘基部长出,即获得第 1 代分化芽。

1.2.2 增殖培养 将获得的第 1 代分化芽切出,接种于增殖培养基(MS+BA 4 mg/L+NAA 0.2 mg/L)上,15 d 左右可进行继代,如此可使分化芽获得不断的分化增殖。培养条件为:温度 28 ℃,光照 1 000 lx,每日光照 10 h。选取长势相对一致的分化芽作试验材料,用于接受温度和光照处理,处理按试验方法进行,接受处理的分化芽为第 2,3,4 代分化芽。

1.2.3 生根培养 选取长势相对一致的分化芽转入生根培养。

生根培养基为:1/2MS+NAA 0.2 mg/L+30 mg/L 蔗糖,温度和光照处理按试验方法进行。

1.2.4 叶绿素的测定 增殖培养 15 d,取最先展开的 2 片叶子用来测定其叶绿素含量;生根培养 15 d,取最先展开的 3 片叶子用来测定其叶绿素含量。具体测定方法参考文献[6]。

1.2.5 数据处理与统计分析 倍增率=调查时芽数/接入时芽数;生根率=生根株数/总株数×100%。数据统计分析采用 DPS 软件^[7]。

2 结果与分析

2.1 温度和光照对组培苗芽的影响

2.1.1 对芽的分化和长势的影响 从表 1 可以看出,温度对香蕉分化芽增殖和长势的影响极显著,光照及光照与温度的互作对香蕉分化芽倍增率的影响不显著。说明在香蕉分化芽增殖的过程中,温度为主导因素。用倍增率来反映不同温度和光照下香蕉芽增殖的情况。从表 2 可以看出,倍增率在 31 ℃时达到最大值 3.07。说明适当高温有利于香蕉分化芽的增殖,但温度过高或过低均会抑制分化芽的增殖。不同光照之间倍增率的差异不大。由表 1 可知,温度、光照及温度与光照的互作对香蕉分化芽的长势有极显著或显著的影响。当温度从 16 ℃升至 34 ℃时,芽高、叶数和芽径均呈先增加后下降的趋势(见表 2)。说明温度过高或过低均不利于香蕉分化芽的生长。当光照在 1 000~8 000 lx 时,叶数呈增加趋势(见表 2)。说明强光照有利于叶子的展开。

2.1.2 对叶片叶绿素含量的影响 从图 1 可以看出,随光照强度的增加,叶绿素含量先增加后降低,在 3 000 lx 时达到最大。不同温度之间的叶绿素含量也存在差异,随着温度的升高,叶绿素含量先增加后降低,在 31 ℃时达到最高。28 ℃时叶绿素含量偏低,可能是由于试验误差造成的。从叶绿素含量可以看出,香蕉组培苗增殖的培养温度应控制在 25~31 ℃之间;光照强度以 1 000~3 000 lx 之间为佳。

表 1 温度和光照对香蕉芽增殖和生长影响的方差分析

变异来源	自由度	芽长势			芽倍增率
		芽高/cm	芽径/cm	叶数/片	
温度	6	12.36**	13.91**	26.95**	10.73**
光照	4	5.14**	4.59**	5.45**	0.88
温度×光照	24	2.07*	7.25**	4.74**	1.34
误差	35	0.14	0.000 9	0.19	0.43

说明:*,** 分别表示在 0.05 和 0.01 水平上差异显著;下同。

表 2 不同温度和光照水平下香蕉芽增殖和生长情况的比较

处理	芽长势			芽倍增率	
	芽高/cm	芽径/cm	叶数/片		
温度/℃	16	1.77cB	0.264deCD	0.48dD	1.40bB
	19	2.20bB	0.249eD	1.28cC	1.55bB
	22	2.10bcB	0.289bcdBC	1.30cC	1.68bB
	25	2.79aA	0.317bB	2.15bAB	2.51aA
	28	2.73aA	0.280cdBCD	2.68aA	2.83aA
	31	2.76aA	0.355aA	2.08bB	3.07aA
	34	2.79aA	0.296bcBC	1.63cBC	2.68aA
光照/lx	1 000	2.71aA	0.292bAB	1.49bB	2.09aA
	1 500	2.45abA	0.272bB	1.39bB	2.22aA
	3 000	2.37bcA	0.289bAB	1.67bAB	2.52aA
	5 000	2.11cAB	0.289bAB	1.64bAB	2.17aA
	8 000	2.59abA	0.320a A	2.11aA	2.23aA

说明:小写字母表示差异显著(P<0.05),大写字母表示差异极显著(P<0.01);下同。

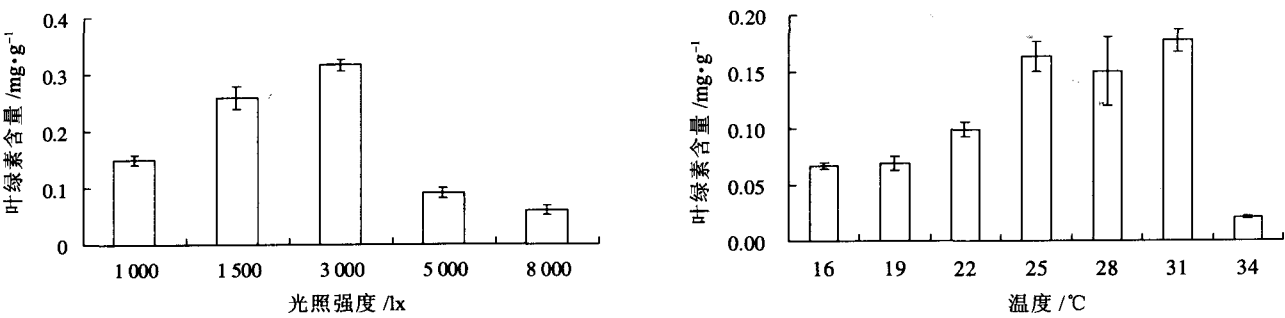


图 1 不同温度和光照对增殖培养叶绿素含量的影响

2.2 温度和光照对组培生根苗的影响

2.2.1 对生根的影响 从表 3 可以看出,温度及温度与光照的互作对香蕉组培苗生根均有极显著或显著的影响;光照除对香蕉组培苗生根根径的影响极显著外,对生根的其他指标均没有显著的影响。温度从 16 ℃升至 34 ℃时,根数、根长和生根率均呈先增加后降低的趋势,在 31 ℃时达到最大值(见表 4)。说明温度过高或过低均不利于生根。随光照的增强,根径呈先增加后降低的趋势。说明光照过强不利于生根。

表 3 温度和光照对香蕉组培苗生根影响的方差分析

变异来源	自由度	苗长势			生根			
		株高	茎径	叶数	根数	根长	根径	生根率/%
温度	6	10.35**	8.98**	18.40**	20.81**	125.15**	37.91**	49.44**
光照	4	9.00**	1.99	5.72**	1.20	0.80	8.48**	1.80
温度×光照	24	2.78**	10.33**	3.75**	3.00**	2.25*	10.97**	4.65**
误差	35	0.25	0.000 8	0.17	0.38	0.88	0.000 1	0.02

表 4 不同温度、光照水平下香蕉生根情况的比较

处理	苗长势			生根			
	株高/cm	茎径/cm	叶数/片	根数/条	根长/cm	根径/cm	生根率/%
温度 /°C	16	3.41cdC	0.378aA	2.49cB	1.00eD	0.48fE	0.026eD
	19	3.31dC	0.318bcB	2.63cB	3.00bcABC	2.58dD	0.073aA
	22	3.72bcdBC	0.331bB	2.63cB	2.82cdBC	4.14cC	0.065bAB
	25	3.87bcBC	0.321bcB	3.43abA	3.51abAB	6.30bB	0.056cBC
	28	4.19bAB	0.302cB	3.82aA	3.70aA	8.30aA	0.057cBC
	31	4.77aA	0.312bcB	3.70abA	2.94bcdABC	8.97aA	0.055cdC
	34	4.16bAB	0.300cB	3.38bA	2.38dC	1.56eDE	0.048dC
光照 /lx	1 000	4.61aA	0.324abA	2.72bB	2.53aA	4.45aA	0.047cB
	1 500	3.70bB	0.338aA	3.28aA	2.68aA	4.51aA	0.054bB
	3 000	3.75bB	0.313bA	3.25aA	3.00aA	4.53aA	0.052bcB
	5 000	3.90bB	0.313bA	3.39aA	2.88aA	4.60aA	0.064aA
	8 000	3.63bB	0.326abA	3.14aA	2.71aA	5.01aA	0.054bB

2.2.2 对苗的长势的影响 从表 3 可以看出,温度及温度与光照的互作对香蕉生根苗长势的影响均极显著。光照对香蕉生根苗株高、叶数的影响极显著,而对茎径则没有显著影响。当温度在 16 ℃~34 ℃之间时,株高、叶数随温度升高呈先增高后下降趋势,茎径则呈变细趋势(见表 4)。说明低温(16 ℃和 19 ℃)、高温(34 ℃)均抑制香蕉生根苗的生长。株高随光照增强呈下降趋势,叶数随光照增强而呈先增加后下降趋势(见表 4)。说明适当增强光照有利于香蕉生根苗的叶子生长,但不宜过强。

2.2.3 对苗的叶绿素含量的影响 从图 2 可以看出,随光照强度的增加,生根苗叶绿素含量先增加后降低,在 3 000 lx 达到最大。不同温度之间的叶绿素含量也存在差异,随着温度的升高,生根苗叶绿素含量先增加后降低,在 28 °C 时达到最大值(见图 2)。从叶绿素含量可以看出,香蕉组培苗生根的培养温度应控制在 22~31 °C 之间;光照应控制在 1 000~3 000 lx 之间。

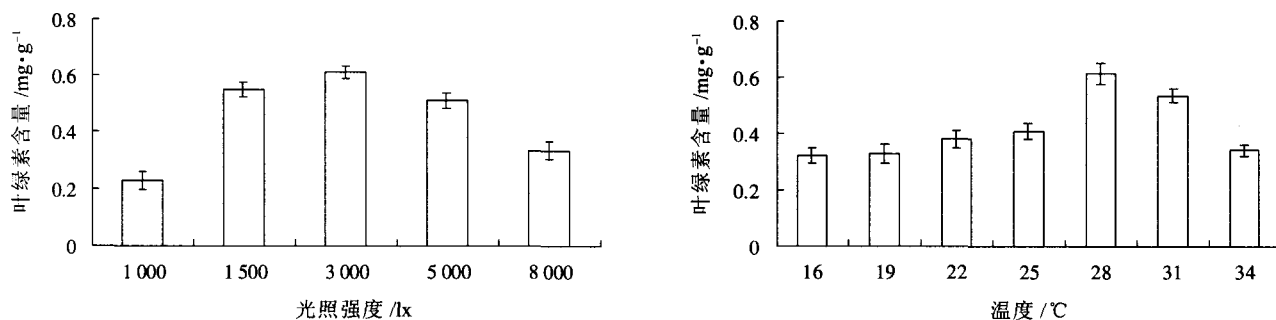


图 2 不同温度和光照对生根苗叶绿素含量的影响

3 讨 论

在香蕉组培苗生产过程中,由分化芽分化出更多分化芽的培养过程称为增殖培养。促使分化芽基部产生不定根,乃至根、茎、叶全面生长的培养过程为生根培养。不同代数的分化芽在分化和生根能力上存在差异^[8]。因此,本试验为尽量减少由于试验材料来自不同代数而产生差异,统一采用第 2,3,4 代的分化芽。

李博认为在植物生长过程中存在能量分配的问题,如果增加某一生命环节的能量分配,就必然会减少其他环节的能量^[9]。在香蕉增殖培养过程中似乎也存在这个问题,当分化芽分化较多新芽时,分化芽长势变弱;反之,分化芽的倍增率较低时,芽的长势较强;这与分化增殖的能量分配有关。影响香蕉芽的增殖因素很多^[10],本试验结果表明,应当通过调节温度、光照等因素,以此来调节香蕉分化芽分化和生长的关系,使其达到一个最佳结合点,即分化芽既有高的倍增率,又有较好的长势。

叶绿素含量的高低是植物生长是否健壮的重要标志^[11]。本试验结果表明,用叶绿素含量结合其它形态学指标能更好地反映香蕉组培苗的生长情况。高、低温及强光照下叶绿素含量下降,说明逆境下植物生长不正常,叶绿素会受到严重破坏或合成严重受阻。这可能与逆境下 ABA 含量的升高有关^[12]。本试验中,高温(34 °C)、低温(16 °C 和 19 °C)及强光照下,引起叶绿素含量下降是否与 ABA 含量有关,有待进一步探讨。

本试验结果表明,温度对香蕉的增殖和生根均有显著的影响。从总体上看,生根的香蕉组培苗较增殖的香蕉组培苗更耐高温(34 °C)和低温(16 °C 和 19 °C),这可能与前者较后者有更好的形态建成有关。光照对香蕉分化芽的增殖没有显著影响,但对分化芽的长势有显著影响;生根培养中光照主要影响苗的长势。本试验结果表明,在工厂化生产过程中,考虑到成本等因素,自然光即本试验的 0 档(1 000 lx)是个不错的选择。这与 Adreak 等人的结果一致^[13]。在香蕉增殖和生根过程中,温度和光照存在显著的交互作用。

致 谢 本文的部分工作得到了广东海洋大学农学院李映志博士和李洪波老师的悉心指导和帮助,特此致谢!

参 考 文 献

- Asif M J, Mak C, Othman R Y. *In vitro* zygotic embryo culture of wild *Musa acuminata* assp. *malaccensis* and factors affecting germination and seedling growth[J]. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 2001, 67 (3): 267~270
- 郑晓英, 连 雯. 提高香蕉试管苗质量和生产效益的研究[J]. *福建农业大学学报*, 1995, 24 (4): 405~409
- Getha K, Vikineswary S, Wong W H, *et al.* Evaluation of *Streptomyces* sp. strain g10 for suppression of *Fusarium* wilt and rhizosphere colonization in pot-grown banana plantlets[J]. *J Ind Microbiol Biotechnol.*, 2005, 32: 24~32

- 4 Gilmar R Z, Gilberto B K, Jane E K, *et al.* Hormonal and histological studies related to in vitro banana bud formation [J]. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 2000, 63 (3): 187~192
- 5 梁学芬, 蚁伟南, 颜梓兴, 等. 不同光质的辅助光对香蕉组培苗的影响[J], 中国南方果树, 2001, 30 (4): 34
- 6 中国科学院上海植物生理研究所. 现代植物生理学实验指南[M]. 北京: 科学出版社, 1999. 95~96
- 7 唐启义, 冯明光. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统[M]. 北京: 科学出版社, 2002. 102~105
- 8 张海保, 朱西儒, 张云开, 等. 香蕉试管苗变异因素的初步研究[J]. 广西植物, 1996, 16 (2): 175~178
- 9 李 博. 生态学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000. 72~73
- 10 Mahanom J, Norzulaani K, Rofina Y O. Plant regeneration from embryogenic suspension cultures of *Musa acuminata* cv. Mas (AA) [J]. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 2003, 75 (3): 209~214
- 11 蔡瑞国, 张 敏, 戴忠民, 等. 施氮水平对优质小麦旗叶光合特性和子粒生长发育的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2006, 12 (1): 49~55
- 12 汪耀富, 张瑞霞, 胡筱岚, 等. 渗透胁迫下烤烟根和叶片中内源激素含量的变化[J]. 水土保持学报, 2005, 19 (6): 85~90
- 13 Andrea K, Francisco J Z. Low-cost alternatives for the micropropagation of banana [J]. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 2001, 66 (1): 67~71

Effect of Different Temperatures and Light Intensities on the Growth and Multiplication of Banana Plantlets in Tissue Culture

Zheng Hongli Ye Chunhai Wang Jihuai Feng Feng Lü Qingfang

College of Agronomy, Guangdong Ocean University, Zhanjiang, Guangdong 524088

Abstract ‘Brazil’ banana widely cultivated in Guangdong was selected as material, and 7 temperature levels, 16, 19, 22, 25, 28, 31 and 34 °C, and 5 light intensity levels, 1 000, 1 500, 3 000, 5 000 and 8 000 lx, were employed in the phytotrone to observe the growth and multiplication of banana plantlets in tissue culture in the laboratory of Guangdong Ocean University from 2004 to 2005. Temperature was found to have significant effects on bud multiplication and root formation in banana tissue culture, and light had significant effects on growth of buds and plantlets but little effects on bud multiplication and root formation. The interaction between temperature and light influences significantly the growth of buds and formation of root, but not significantly the multiplication of buds. The rates of multiplication and root formation were the highest at the temperature of 31 °C, 3.07 and 0.98, respectively, and the chlorophyll content in bud was relatively high at the stages of both multiplication and root formation when the temperature ranged from 25 °C to 31 °C and the light intensity from 1 000 lx to 3 000 lx. The content of bud chlorophyll was relatively low in extremely high or low temperatures, or under strong illumination during both bud multiplication and root formation.

Key words banana tissue culture temperature light