

香蕉组培苗根、叶在不同培养条件下的生长规律研究

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:以巴西蕉为试材,在人工气候箱香蕉组培苗生根培养试验,结果表明:在不同温度和不同光照条件下,香蕉组培苗生根表现出一定的规律,叶数、根数、根长 3 项指标与培养天数之间存在显著的线性关系。对各温度不同光照的生根指标与天数关系的散点图进行线性回归,建立两者关系的相应数学模型,统计分析结果显示,在 25、28、31 ℃条件下香蕉组培苗的叶、根发生所需时间没有明显差异,不同光照之间也几乎没有差异;应用本试验建立的 3 个数学模型对不同培养条件下的香蕉生根组培苗进行检验,实测值与预测值的相对误差在 10%以内。

关键词:香蕉组培苗;生根;叶片;培养天数;生长规律

中图分类号:S668.1

文献标识码:A

文章编号:1004-874X(2008)12-0055-03

Study on the growth regularity of roots and leaves under different culture conditions during banana tissue culture

ZHENG Hong-li, YE Chun-hai, WANG Ji-huai, FENG Feng, LV Qing-fen

(Agriculture College, Guangdong Ocean University, Zhanjiang 524088, China)

Abstract: Brazil banana was taken as experimental material. The experiment was carried out in the artificial weather box. The mathematical models describing the relationships between formation of roots, the growth of leaves of tissue culture plantlets of banana and culture days under different conditions were built. The results of regress analysis showed that using the same rooting material, and controlling the different temperatures and light intensity in the artificial weather box, there is certain regulation in the rooting of plantlets of bananas, by the statistics analysis, there are linear relationship between culture dates and leaves, culture dates and roots, culture dates and the length of roots, and their mathematics model were established. The time of the root formation and the leaf growth has no significant difference among 25, 28 and 31 ℃, and among different lights, either. The results have shown that the relative errors between the values measured and the ones estimated by the equation are within 10%.

Key words: tissue culture seedlings of banana; formation of roots; leaves; culture days; growth regularity

在不同温度和不同光照条件下,香蕉组培苗叶和根的生长规律不同。黎兆安等^[1]研究发现,不同温度对香蕉组培苗根的早期发生有很大影响,不同温度对根数、根长也有影响。目前,国内外只有少数关于香蕉数学模型的研究报道^[2-3],而探讨香蕉组培苗根的发生规律并用模型对其进行模拟尚未见研究报道。在生根培养中,根数、叶数、根长是衡量香蕉组培苗能否假植的

3 个重要指标^[4]。对香蕉组培苗生根培养中的根数、叶数和根长的变化特性及其在不同培养条件下与培养天数的关系目前也未见报道。香蕉组培苗可在一定的温度、光照条件下生长^[5-7],不同生产单位可能会采用不同的培养条件。因此,研究不同培养条件下香蕉组培苗生根规律,并建立相应的数学模型,对于香蕉组培苗的工厂化生产具有重要的指导意义。利用这些模型,既可以确定培养天数,也可以确定培养条件,从而达到节约能源、提高质量和效益的目的,同时还可以根据市场需求来制定生产规划。

本试验以巴西蕉为材料,利用人工气候箱控制生根培养阶段的光照和温度,研究了不同温度和不同光照条件下香蕉组培苗的生根规律,并建立了相应的数学模型,以期为提高香蕉组培苗工厂化生产效益和香

收稿日期:2008-09-01

基金项目:广东省科技攻关项目(K04084)

作者简介:郑洪立(1981-),男,在读硕士生

通讯作者:王季槐(1954-),男,硕士,教授,E-mail:wjihuai@

126.com

本研究部分工作得到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,特此致谢。

蕉组育苗的质量以及确定合适的假植期提供科学的理论依据和实践指导。

1 材料与方法

1.1 香蕉无性繁殖体系的建立

在遂溪县建新镇香蕉园选取带剑叶的巴西蕉优良吸芽,带回实验室后,用刀削去叶片和部分假茎,保留带生长点的8~10 cm长,剥去外部叶鞘,最后仅留带生长点的2~3 cm作外植体。外植体用75%酒精浸泡1 min,然后放入无菌杯中,用0.15%升汞处理15 min,无菌水冲洗3~5次。在无菌碟中用手术刀将外植体材料进一步修整,削去褐变外围,使假茎部分保留0.5 cm左右,球茎部分保留1 cm左右,然后纵切为4块,接种于启动培养基MS+Ad 5.0 mg/L中暗培养,培养温度为28℃。接种后30 d左右腋芽从叶鞘基部长出时,即获得第1代分化芽。

1.2 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+6-BA 4.0 mg/L+NAA 0.2 mg/L中培养,接种后15 d左右进行继代培养,如此反复进行,使分化芽不断分化增殖。增殖培养温度为28℃,光照强度为1 000 lx,每天连续光照10 h。

1.3 生根培养

将在增殖培养中获得的长势相对一致的第2、3、4代分化芽转入生根培养基1/2MS+NAA0.2 mg/L中进行不同温度和不同光照条件生根培养试验。试验采用人工气候箱(广东韶关科力实验仪器有限公司生产,RYX-800Q-B型)对香蕉快繁生根培养的温度、光照2个因子进行控制,光强为第*i*档($i=0,1,2,3,4$,分别为1 000、1 500、3 000、5 000、8 000 lx)时设3个温度梯度(25、28、31℃),每天连续光照10 h。试验共设15个处理,每个处理45瓶,每瓶接种6个分化芽。培养15 d后,每个处理随机取2瓶,调查香蕉组育苗的叶数、根数、根长,并观察蕉苗的生长情况。试验调查数据采用DPS软件[®]进行统计分析,并采用Excel 2003软件进行制图。

2 结果与分析

2.1 不同温度和光照处理香蕉组育苗叶数、根数、根长与培养天数的关系

本试验设 y_1, y_2 分别为叶数(单位为片)、根数(单位为条)和根长(单位为cm), x 为时间(单位为d),各处理以接入生根培养的当天为第1 d。根据获得的试验数据对 x 和 y 进行回归分析,结果表明,不同温度和不同光照条件下香蕉苗的叶数、根数、根长与培养天

数均呈线性关系,建立了相应的线性模型(表1~3)。

回归关系显著性检验结果(表1~3)表明,所有回归方程的 F 值均达到极显著水平,说明回归效果好,即在不同温度、光照条件下香蕉组育苗的叶数、根数、根长与培养天数可用相应的线性模型来描述,或者说可以使用相应的回归方程从不同的叶数、根数和根长分别来估计不同温度和光照下所需的培养天数,同时也可使用相应的回归方程从不同的培养天数分别来估计不同温度和光照下所能达到的叶数、根数和根长。

表1 不同温度和光照处理香蕉组育苗叶数与培养天数的关系分析结果

处理	培养温度(℃)	光照强度(lx)	回归方程	F 值	R
1	25	1000	$y=-0.27543+0.22503x$	17.29**	0.92
2	25	1500	$y=1.5333+0.04445x$	1135**	1.00
3	25	3000	$y=-0.01667+0.23889x$	163.19**	0.99
4	25	5000	$y=0.7171+0.19997x$	24.91**	0.94
5	25	8000	$y=0.26664+0.21667x$	68.11**	0.98
6	28	1000	$y=0.98332+0.09444x$	23654**	1.00
7	28	1500	$y=0.64165+0.20833x$	92377**	1.00
8	28	3000	$y=-0.88166+0.33722x$	114.20**	0.98
9	28	5000	$y=-0.15001+0.30556x$	117.85**	0.99
10	28	8000	$y=-0.49998+0.23333x$	94923**	1.00
11	31	1000	$y=0.79167+0.11944x$	22.83**	0.94
12	31	1500	$y=0.14167+0.23611x$	32.69**	0.96
13	31	3000	$y=0.48332+0.22222x$	23.76**	0.94
14	31	5000	$y=0.03329+0.25000x$	217.00**	0.99
15	31	8000	$y=0.50836+0.24166x$	40.62**	0.96

注:表中“**”表示差异极显著,表2、表3同。

表2 不同温度和光照处理香蕉组育苗生根数与培养天数的关系分析结果

处理	培养温度(℃)	光照强度(lx)	回归方程	F 值	R
1	25	1000	$y_1=-1.475+0.29722x$	10.46**	0.88
2	25	1500	$y_1=-0.35+0.21111x$	25.63**	0.95
3	25	3000	$y_1=-1.175+0.23056x$	15.43**	0.92
4	25	5000	$y_1=-1.34167+0.31389x$	15.58**	0.92
5	25	8000	$y_1=-1.275+0.34167x$	17.99**	0.86
6	28	1000	$y_1=-0.36666+0.20556x$	15.92**	0.92
7	28	1500	$y_1=-1.15834+0.32500x$	62.32**	0.97
8	28	3000	$y_1=-1.76666+0.40000x$	12.33**	0.89
9	28	5000	$y_1=-1.44999+0.41667x$	163.85**	0.99
10	28	8000	$y_1=0.41167+0.21389x$	13491**	1.00
11	31	1000	$y_1=-1.11667+0.24444x$	469935**	1.00
12	31	1500	$y_1=-0.94999+0.27222x$	39.15**	0.96
13	31	3000	$y_1=-1.28333+0.31667x$	59.80**	0.97
14	31	5000	$y_1=-0.74166+0.24167x$	15.56**	0.92
15	31	8000	$y_1=-1.06668+0.30556x$	37.50**	0.96

2.2 温度和光照对香蕉组育苗叶片和根发生的影响

将调查的叶数、根数、根长数据分别与培养天数进行回归分析,得出3个回归方程(图1~3)。其中,叶数与

表3 不同温度和光照处理香蕉组培苗根长与培养天数的关系分析结果

处理	培养温度(°C)	光照强度(lx)	回归方程	F值	R
1	25	1000	$y_2 = -1.94793 + 0.40014x$	11.21**	0.89
2	25	1500	$y_2 = -1.78709 + 0.39536x$	499924**	1.00
3	25	3000	$y_2 = -1.76583 + 0.33806x$	10.58**	0.88
4	25	5000	$y_2 = -2.46475 + 0.52575x$	13.68**	0.91
5	25	8000	$y_2 = -2.60916 + 0.56872x$	29.42**	0.95
6	28	1000	$y_2 = -2.12459 + 0.53831x$	38.68**	0.96
7	28	1500	$y_2 = -3.30584 + 0.74522x$	34.13**	0.96
8	28	3000	$y_2 = -3.3925 + 0.65083x$	11.97**	0.89
9	28	5000	$y_2 = -3.3835 + 0.74156x$	30.71**	0.95
10	28	8000	$y_2 = -2.05029 + 0.6428x$	171.07**	0.99
11	31	1000	$y_2 = -3.65001 + 0.71261x$	11.94**	0.89
12	31	1500	$y_2 = -3.35125 + 0.73236x$	38.91**	0.96
13	31	3000	$y_2 = -3.89403 + 0.78696x$	20.30**	0.93
14	31	5000	$y_2 = -3.76492 + 0.75403x$	15.60**	0.92
15	31	8000	$y_2 = -3.61629 + 0.77015x$	24.08**	0.94

培养天数的回归方程为： $y = 0.21x + 0.36$, $R^2 = 0.99$, $F = 223.39$ ($F_{0.01} = 7.00$); 根数与培养天数的回归方程为： $y = 0.40x - 1.11$, $R^2 = 0.99$, $F = 325.07$ ($F_{0.01} = 7.00$); 根长与培养天数的回归方程为： $y = 0.60x - 2.50$, $R^2 = 0.95$, $F = 52.56$ ($F_{0.01} = 7.00$)。

由图1~3可以看出,香蕉分化芽在25、28、31℃条件下进行生根培养,接种后3 d内几乎不生根,说明香蕉分化芽转入生根培养后,需经过一个适应期和物质准备期才能生根;接种3 d后各处理香蕉组培苗的叶数均在1片以上,说明香蕉分化芽转入生根培养后叶

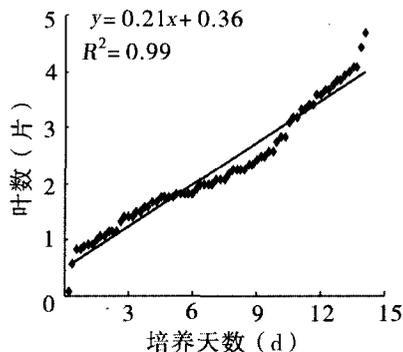


图1 叶数与培养天数的回归方程

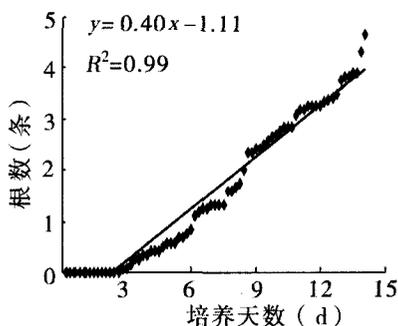


图2 根数与培养天数的回归方程

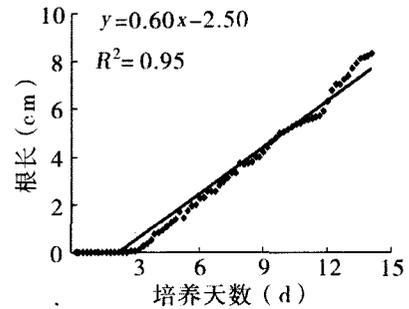


图3 根长与培养天数的回归方程

子很快发生。从根形成和叶子发生所需的时间可以看出,香蕉组培苗在转入生根培养后,根的形成迟于叶子的发生。此外,香蕉组培苗生根培养3 d后叶和根均生长旺盛,说明根和叶生长有相互促进的作用。

3 结论与讨论

本研究结果表明,在不同温度和光照条件下香蕉组培苗生根表现出一定的规律,根数、根长、叶数3项指标与培养天数之间存在显著的线性关系。本研究根据调查结果,建立了不同温度和光照条件下香蕉组培苗的根数、根长、叶数与培养天数之间模型以及总模型。据调查,香蕉组培苗在生根培养适应期(接种后3 d内)的根数和根长几乎为0,根的形成迟于叶子的发生;生根培养生长期的根数、根长和叶数随培养天数增加而快速生长,此时根和叶有相互促进的作用;此外,香蕉组培苗生根培养,在25、28、31℃下叶和根发生所需的时间没有明显差异,不同光照强度间也几乎没有差异。

本试验结果表明,香蕉组培苗生根培养温度为25~31℃条件时,叶片很快发生,而根则在培养后3 d左右才长出,之后随培养天数的增加,根和叶也不断生长,且与培养天数呈显著线性关系,说明香蕉组培苗在生根培养后要经过一个适应期和为根、叶发生所需物质的准备期。此外,在不同温度和光照条件下香蕉组培苗长出第1条根和第1片叶所需的时间不同,这可能是由于根的发生主要受生长物质NAA等的影响,而叶的发生主要受光照的影响,根的形成需要香蕉组培苗细胞中NAA等生长物质积累到一定的浓度而需要一定的培养天数,叶子则由增殖时的暗培养转入生根时的光培养就开始发生,因此叶子的发生快于根的形成。香蕉组培苗在培养过程中表现不同温度和不同光照条件下的叶子发生和根形成存在差异,说明根的形成主要受NAA等生长物质的影响,同时也受到温度和光照等的影响;而叶子的发生主要受光照的影响,同时也受温度等的影响。本试验结果表明,当叶子生长旺盛时,根生长也旺盛,说明根、叶之间存在相互促进的作用。

(下转第60页)

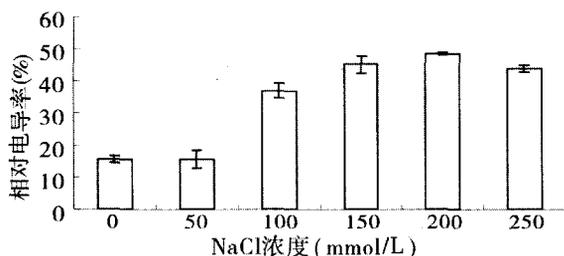


图2 不同浓度 NaCl 胁迫处理对白三叶幼苗叶片细胞质膜透性的影响

3 结论与讨论

3.1 叶绿素是对盐胁迫最敏感的细胞器,是重要的光合物质。叶绿素代谢是一个动态平衡过程,盐胁迫打破这种平衡,造成叶绿素含量发生变化。在盐胁迫下,植物细胞色素系统遭到破坏,导致叶绿素含量降低,由于 NaCl 能促进叶绿素酶的活性,使叶绿素分解,从而影响叶绿体的发育和光和作用中光能的吸收和转换^[8]。本试验结果表明,在盐胁迫下,白三叶幼苗叶片中的叶绿素 a、叶绿素 b 含量和叶绿素总量呈先上升后下降的变化趋势,且对低浓度盐胁迫反应不敏感,对高浓度盐胁迫适应能力强。

3.2 本试验结果还表明,盐胁迫通过破坏细胞质膜透性而影响各种生理代谢,最终影响白三叶幼苗的生长。细胞质膜结构和功能的紊乱和膜透性的变化是逆境胁迫作用的关键所在^[9]。试验结果显示,盐胁迫造成白三叶细胞膜系统的损伤,且胁迫强度越大,细胞膜损伤越

大;随着胁迫浓度的增加,细胞质膜透性慢慢下降,膜系统损伤慢慢通过调节得到改善。

3.3 本试验结果显示,与对照相比,低浓度 (<100 mmol/L) 的盐胁迫对白三叶生长和生理指标影响较小,显示白三叶具有较强的耐盐抗盐能力,这与前人的研究结果^[2,10]一致。

参考文献:

- [1] 陈志彤,应朝阳,林永生,等.白三叶的特征特性及利用价值[J].福建农业科技,2005(6):236-241.
- [2] 贾文庆,刘会超,何莉.盐分胁迫下白三叶种子的发芽特性研究[J].草业科学,2007(9):55-57.
- [3] 樊江文.肥饲兼优的果园豆科绿肥——白三叶[J].农业科技通讯,1998(3):26-27.
- [4] 苏军.牧草与我国新城市运动——白三叶在生态城市建设中的应用[J].四川草原,2004(7):146-149.
- [5] 崔勤,李新丽,翟淑芝.小麦叶片叶绿素含量测定的分光光度计法[J].安徽农业科学,2006(10):231-234.
- [6] 季静,杨晓慧,李然,等.盐胁迫下金银花叶片叶绿素含量的测定与分析[J].大连民族学院院报,2007(5):362-365.
- [7] 王守超,王得祥,彭少兵,等.盐胁迫对木本滨藜植物细胞膜透性及生理特性的影响[J].干旱地区农业研究,2007(4):281-285.
- [8] 杨玉珍.植物的 pH 值、等电点、细胞膜透性与抗氟化物的关系[J].河南农业大学学报,1996,30(4):89-93.
- [9] 刘会超,孙振元,彭镇华.NaCl 胁迫对五叶地锦生长及某些生理特性的影响[J].林业科学,2004(6):672-676.
- [10] 贾文庆,陈韵,刘会超.盐分胁迫下高羊茅种子的发芽特性[J].安徽农业科学,2006,34(18):4670-4671.



(上接第 57 页)

这可能与叶需要通过根来吸收其生长所需的能量有关,同时叶的快速生长可以为香蕉组培苗及其根系提供其生长所需的能量。有关香蕉组培苗根、叶发生机制及相互促进生长机制均需进一步研究。

2005 年 10~12 月期间,对不同代数香蕉组培生根苗进行了调查,并对本研究获得的 3 个回归方程进行了检验,结果所有数据的相对误差均在 10%以内,说明这 3 个方程均能较好地应用于温度在 25~31℃之间、光照强度在 1 000~8 000 lx 之间的巴西蕉生根苗。

众多的生态学试验和实际观察的结果表明,所有的生物生长几乎都符合逻辑斯谛增长,但本试验所得数学模型却是直线,这可能是观察较短的原因。香蕉组培苗的生长除受到温度和光照的影响外,还受诸如外植体、培养基、培养代数等^[9]影响。而本试验中的模型是在特定条件下建立的,因此这 3 个模型是否适合应用于其他条件下的香蕉组培苗生根培养还有待于进一步研究。

参考文献:

- [1] 黎兆安,周祖富,艾素云,等.温度对香蕉组培瓶苗根系生长的

影响[J].广西农业科学,1997(5):232-233.

- [2] Ptixiera E, Malezieuxb, Mdorel. SIMBA -POP:a cohort population model for long -termsimulation of banana crop harvest[J]. Ecological Modelling, 2004, 180:407-417.
- [3] Bassette C,Bussiere F 3 -D modelling of the banana architecture for simulation of rainfall interception parameters[J]. Agricultural and Forest Meteorology,2005,129: 95-100.
- [4] Andrea K,Francisco J, Zapata A. Low-cost alternatives for the micropropagation of banana [J].Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 2001, 66: 67-71.
- [5] 田郎,张茹莲,罗秀娥,等.香蕉组培苗生产及其问题的探讨[J].云南热作科技,1997,20(2):17-19.
- [6] 庄志鸿,郑伟文,黄建华,等.不同培养基对香蕉组培苗生根的影响[J].福建农业科技,2001(6):21.
- [7] 陈豫梅,陈厚彬.香蕉快速繁殖技术研究进展[J].广东农业科学,2001(5):22-26.
- [8] 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.
- [9] 郑晓英,连雯.提高香蕉试管苗的质量和生产效益的研究[J].福建农业大学学报,1995,24(4):405-409.