

# 马铃薯试管薯诱导因子最佳组配的研究

张 颢 陈廷芳

(四川省农科院作物所)

## 摘 要

应用多元分析方法研究马铃薯的诱导因子, 得到薯块数 ( $y_1$ )、薯块重 ( $y_2$ ), 2个目标函数分别与光照强度 ( $x_1$ )、CCC浓度 ( $x_2$ ) 和BAP浓度 ( $x_3$ ) 三项因素的回归数学模型。3个因素对于目标函数的影响程度不同, 其中以光照强度的强弱影响作用最大, BAP和CCC浓度略次之。通过计算机模拟筛选, 得出最优组配为: 黑暗条件下, MS+500~700 ppm CCC+3~5 ppm BAP。

## 1 前 言

马铃薯试管诱导结薯是一项新兴的生物技术, 应用该技术生产的微型薯具有无毒、高速、便于保存等优点, 已引起国内外学者的普遍重视<sup>[1,2,3]</sup>。在试管薯的生产过程中, 诱导因子, 包括适宜的温度、光照、BPA和CCC浓度等对薯块的数量、直径、重量及结薯率等起着十分重要的作用。目前, 有关这方面的研究多见于单因子的影响及最适范围的筛选。本文采用多元分析方法, 对马铃薯试管薯诱导因子进行多因素, 多水平的旋转组合试验, 探索诱导因子对试管薯形成的综合效应, 影响程度及变动趋

势, 并在电子计算机上进行诱导因子最佳组合配方的筛选。

## 2 材料和方法

### 2.1 试验设计

采用3因素5水平正交旋转组合设计进行试验, 选取影响试管薯的诱导因子: 光照强度 ( $x_1$ )、CCC浓度 ( $x_2$ ) 和BAP浓度 ( $x_3$ ) 作为变量因素, 以薯块数 ( $y_1$ )、薯块重 ( $y_2$ ) 为目标函数, 变量设计水平及编码如表1。

试验于1989年4月12日至6月20日在实验室内进行, 按设计要求共23个处理, 每个处理重复10次。

表1 变量设计水平及编码

变量名称	变化区间	变量设计水平 $r=1.682$				
		+ r	+1	0	-1	- r
光照强度 $x_1$	891.8 lux	0	608.2	1500	2391.8	3000
CCC浓度 $x_2$	297.27 ppm	0	202.73	500	797.27	1000
BAP浓度 $x_3$	2.97 ppm	0	2.03	5	7.97	10
备 注	CCC和BAP均为植物生长调节剂光照时间8小时/日					

## 2.2 试验方法

供试品种为川芋56, 基本培养基为MS液体培养基。采用组织培养法对脱毒试管苗切段快繁, 待试管苗长至6厘米高以后, 在无菌条件下, 将盛有试管苗的三角瓶中原MS液体培养基倾出, 再注入按设计要求配制好的不同处理的诱导结薯液体培养基, 然后将三角瓶置于不同培养条件下进行诱导结

薯。平均温度20~25℃, 光照强度0~3 000 lux, 培养基pH值5.4。每周调查1次, 分别记载薯块数、薯块重量, 直至收获, 取其平均值进行数据分析。

## 3 结果与分析

试验处理和结果见表2。

表2 试验处理和结果

编号	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	y <sub>1</sub>	y <sub>2</sub>	编号	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	y <sub>1</sub>	y <sub>2</sub>
1	1	1	1	10.56	23.56	13	0	0	r	5.89	37.35
2	1	1	-1	11.13	32.08	14	0	0	-r	9.00	24.00
3	1	-1	1	9.13	36.80	15	0	0	0	5.67	24.16
4	1	-1	-1	8.75	23.20	16	0	0	0	9.33	13.18
5	-1	1	1	7.17	29.71	17	0	0	0	6.00	37.17
6	-1	1	-1	5.80	25.86	18	0	0	0	6.67	25.79
7	-1	-1	1	6.37	26.06	19	0	0	0	5.00	14.00
8	-1	-1	-1	8.00	24.75	20	0	0	0	10.00	11.00
9	r	0	0	15.92	41.39	21	0	0	0	9.00	48.89
10	-r	0	0	4.00	17.50	22	0	0	0	8.00	31.63
11	0	r	0	8.00	27.38	23	0	0	0	6.33	44.71
12	0	-r	0	6.44	34.01						

注: y<sub>1</sub>——薯块数/瓶 (150 ml 三角瓶)

y<sub>2</sub>——薯块重/个 (mg)

据表2所得结果, 运用多元非线性回归分析方法在计算机上进行运算, 得出y<sub>1</sub>、y<sub>2</sub>对各设计变量的三元二次多项式回归模型, 并进行显著性检验, 检验结果表明, F<sub>1</sub> < F<sub>0.05</sub> (f<sub>Lf</sub>, f<sub>误</sub>), F<sub>2</sub> > F<sub>0.05</sub> (f<sub>回</sub>, f<sub>剩</sub>), 说明各因素对试验结果有重要影响, 回归方

程与实际拟合得很好, 方程有显著的使用价值。

### 3.1 主效因子分析

薯块数y<sub>1</sub>和薯块重y<sub>2</sub>的数学模型为:

$$y_1 = 7.243 + 2.3792x_1 + 0.3729x_2 + 0.4028x_3 + 0.6525x_1x_2 + 0.0100x_1x_3 + 0.2575x_2x_3 + 0.9436x_1^2 - 0.0319x_2^2 + 0.0643x_2^2$$

$$(F_2 = 3.1406 > F_{0.05})$$

$$y_2 = 28.4426 + 3.6203x_1 - 0.7814x_2 + 2.4039x_3 - 1.14x_1x_2 - 0.0999x_1x_3 - 2.4475x_2x_3 - 0.0014x_1^2 + 0.4436x_2^2 + 0.4365x_3^2$$

$$(F_2 = 5.8746 > F_{0.05})$$

回归设计使试验因素标准化, 故可根据因素系数大小来判断因素对目标函数的影响程度。从模型的线性项可以看出, 3个变量因子对薯块重和薯块数的影响程度相同均为: 光照度 > BAP 浓度 > CCC 浓度, 说明

在3个诱导因子中光照强度的变化对诱导结果的影响作用最大。

用降维法对各诱导因子与目标函数的偏回归解析子模型作图1:

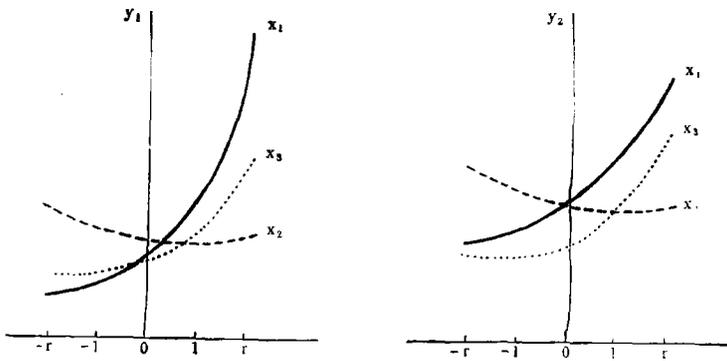


图1 诱导因子与目标函数效应

由图1可以看出, 诱导因子对 $y_1$ 、 $y_2$ 的曲线变动趋势是一致的, 故可综合分析。

a. 光照强度 ( $x_1$ ) 与诱导结薯关系密切。光照强度从 $-r$  (强光 3000 lux) 变化到0 (自然光 1500 lux) 水平, 曲线上升平缓, 当由0变化到 $+r$  (黑暗) 水平时, 曲线急剧升高, 说明试管薯的结薯数和薯块重随光照强度的减弱而增加。光照强度作为影响因子以弱光到黑暗其作用最强, 而在自然光到强光变化范围内作用减小。由此可见, 试管结薯的生长发育以弱光到黑暗条件下为最适。

b. CCC 浓度 ( $x_2$ ) 在设计水平范围内曲线变化平缓, 试管结薯数和薯块重随 CCC 浓度的增加而略呈升高趋势, 该结果与前人<sup>[4,7]</sup>研究结果相同, 说明 CCC 生长调节剂对试管薯具有一定的诱导作用。

c. BAP 浓度 ( $x_3$ ) 曲线变化幅度较大, 诱导作用明显, 但薯块数和薯块重随着 BAP 浓度的增加而呈下降趋势, 表明过量的生长调节剂 BAP 具有抑制试管薯生长发

育的作用。

### 3.2 计算机模拟选优

对试验资料进行模拟选优, 对薯块数 ( $y_1$ ) 和薯块重 ( $y_2$ ) 2个模型共计算得 250 个配方组合, 在试验设计范围内以薯块数/瓶大于 15 个, 薯块重/个高于 40 毫克为约束条件, 得到 30 套优化方案, 对全部优化方案进行统计分析, 取值频率见表 3, 自变量  $x_i$  集中取值区域为:  $x_1$  在  $r$  值范围内,  $x_2$  在  $0 \sim -1$ ,  $x_3$  在  $0 \sim 1$  之间, 故相应的最优组配方案为:

光照强度: 黑暗条件

CCC 浓度: 500~700 ppm

BAP 浓度: 2~5 ppm

即 MS + 500~700 ppm CCC + 2~5 ppm BAP。

## 4 讨论

a. 马铃薯试管薯的生长发育受诸多内

表3 优化组配统计分析

编码值及统计项目	光照强度 $x_1$		CCC 浓度 $x_2$		BAP 浓度 $x_3$	
	次数	频率	次数	频率	次数	频率
-r	0	0	6	0.2	1	0.03
-1	1	0.03	7	0.23	2	0.07
0	2	0.07	14	0.47	17	0.56
1	1	0.03	1	0.03	6	0.2
r	26	0.86	2	0.07	1	0.13
平均值 $\bar{x}$	1.458		-0.636		0.452	
标准差 $S$	0.637		0.799		0.716	
标准误 $S_x$	0.118		0.145		0.130	
95% 信度	1.222~1.694		-0.926~0.346		0.192~0.712	
优化因子	黑暗条件		500~700 ppm		2~5 ppm	

因和外因的影响,其中包括马铃薯基因型、培养基的成份,生长调节剂的添加,以及温度、光照强度等因子,这些因素相互联系,综合作用于试管薯的形成,因此有必要对其关键的诱导因子进行多因素、多水平的研究,从而缩短试管薯的生育周期,提高结薯数,增加薯块重量。本文对此方面作了初步研究。

b. 通过正交旋转组合设计试验,研究光照强度,CCC浓度和BAP浓度对诱导结薯的影响,其中以光照强度的影响作用最大,而生长调节剂BAP的诱导效果明显大于CCC;诱导结薯数和薯块重量与CCC浓度的变化呈正相关,与BAP浓度呈负相关。有关BAP的抑制生长机制还有待于进一步探索。

c. 运用计算机在试验水平范围内进行诱导试管薯最优生产组配筛选,得出在黑暗条件,MS(液体)+500~700 ppm CCC+

2~5 ppm BAP为最佳配方组合,其结果与国际马铃薯中心研究结果相吻合<sup>15,61</sup>。

### 参 考 文 献

- 1 Barker WG. A method for the in vitro culturing of potato tubers. Science, 1953, 118: 384
- 2 Hussey G and N J Stacey. Factors affecting the formation of in vitro tubers of potato (*Solanum tuberosum* L.). Am. of Botany, 1984. 53: 565~578
- 3 Estrada R, P Tovar and J H Dodds. Induction of in vitro tubers in a broad range of potato genotypes. plant cell. Tissue and organ culture, 1985, 7: 3~10
- 4 Tovar P, Estra R. Schilde-Renschler L et al. CIP Circular, 1985
- 5 Espinoza, N R Estrada et al. Specialized Technology Document 1. CIP, 1986
- 6 Dodds J H, P Tovar, R Chandra, D Estrella and R Cabello. Improved methods for in vitro tuber induction and use of in vitro tubers in seed programs. Symposium on improved potato planting material. CIP. 1988
- 7 何静波, 王军等. 马铃薯试管诱导结薯方法的改进. 云南植物研究, 1988, (4): 396~402  
(英文摘要见253页)

(上接 200 页)

budling, especially the differentiation degree of vegetative cone of budling. It is similar in physiological effect for the seed tuber that is close in differentiation degree of vegetative cone of budling.

**栽培要点** 在宁夏一般在4月中下旬播种, 每亩种植3300~4000株。在有灌溉条件的看墒适当进行浅水沟灌, 及时松土培土。并注意拔除退化株和病株。

**分布范围** 主要分布在宁夏。

## 宁薯4号

**品种来源** 宁夏西吉县良种繁殖场1979年用兰洋芋作母本和阿普它(Apta)作父本杂交育成。原代号79-105。1988年经宁夏农作物品种审定委员会审定并确定推广。该

品种1985~1987年在宁南山区区域试验中, 比沙杂15号显著增产。一般亩产1500公斤。

**特征特性** 株型扩散, 生长繁茂, 主茎高45~50厘米, 茎粗壮。叶绿色。花紫兰色, 能天然结果。块茎大而整齐, 薯形椭圆形, 薯皮光滑白色, 薯肉淡黄色。芽眼较浅, 紫色, 蒸煮食味甘香, 淀粉含量12.6%。生育期约140天。抗花叶、卷叶病毒和环腐病、黑胫病、晚疫病。抗旱、耐贮藏。

**栽培要点** 在宁夏一般4月下旬至5月上旬播种, 每亩种植3000株。苗期至现蕾期除草培土1~2次。

**分布范围** 主要分布在宁夏。

(上接209页)

# STUDY ON THE OPTIMAL COMBINATION OF INDUCERS IN VITRO POTATO TUBERS

Zhang Yong, Chen Tingfang

(Institute of Plant Cultivation & Breeding Sichuan  
Academy of Agricultural Science)

## ABSTRACT

The multiple-factor analysis method was adopted in induction in vitro potato tubers. Regression mathematical models of number of tubers ( $y_1$ ) and weight of tuber ( $y_2$ ) were achieved, that two objective function with three tuber inducers of light intensity ( $x_1$ ), concentration of CCC ( $x_2$ ) and BAP ( $x_3$ ), Influence degree of each factor is difference for objective function. Light intensity effect is the most important for number of tubers and weight of tuber, Concentration of BAP and CCC are subordinate. The optimum combination of inducers are selected with computer simulation, light intensity is darkness, concentration of CCC are 500 to 700 ppm, concentration of BAP are 3 to 5 ppm.