

中图分类号: S532; S161.2 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2010)05-0257-06

遗传育种

光照长度、强度及温度对试管薯诱导的影响

马伟清, 董道峰*, 陈广侠, 刘芳, 杨元军, 王培伦

(山东省农业科学院蔬菜研究所, 山东省设施蔬菜生物学重点实验室, 国家蔬菜改良中心山东分中心, 山东 济南 250100)

摘要: 通过一步法进行试管薯的诱导, 不更换培养基, 不添加任何外源激素, 研究试管苗培养阶段光照周期、光照强度及温度对 Favorita、Atlantic 和克新 1 号 3 个马铃薯品种试管薯诱导的影响。结果表明: 短光周期培养有利于试管薯的诱导, 但产生的试管薯较小, 适当的延长光照时间有利于诱导较大的试管薯; 不同品种需要不同的适宜试管薯诱导的光照强度; 变温处理最适于试管薯的诱导。不同品种需要做培养环境的筛选和品种结薯性评价, 以筛选出最佳的诱导条件。

关键词: 试管薯; 诱导; 光照; 温度

Effect of Light Length, Light Intensity and Temperature on Microtuber Induction in vitro

MA Weiqing, DONG Dao Feng, CHEN Guangxia, LIU Fang, YANG Yuanjun, WANG Peilun

(Vegetable Research Institute of Shandong Academy of Agricultural Sciences, Shandong Province Key Laboratory of Vegetable Biology, National Improvement Center for Vegetable, Shandong Branch, Jinan, Shandong 250100, China)

Abstract: Microtuber was induced in vitro with one-step method without replacing the medium and adding any exogenous hormones. The research aimed at studying the effect of photoperiod, light intensity and temperature in the cultural stage on microtuber induction of three potato cultivars (Favorita, Atlantic, and Kexin 1). The results showed that the short photoperiod was beneficial for the initiation of microtuber, but the microtuber was small. Appropriate extended illumination time was conducive to induce larger microtubers. Different potato cultivars needed different light intensities to induce the microtuber. Alternative temperature (18°C in dark and 24°C in light) was optimal for microtuber induction. The environment evaluation was needed to screen the optimal condition for microtuber induction in different potato varieties.

Key Words: microtuber; induction; light; temperature

长期以来人们生产脱毒种薯都是以脱毒苗为基础, 但是脱毒苗栽植过程繁琐, 成活率低等因素大大限制了脱毒种薯的生产与推广。马铃薯脱毒试管薯(Microtuber)是指在培养瓶内通过诱导, 形成的直径为 2~10 mm 大小的块茎^[1]。试管薯生产不受气候影响, 可以常年快速生产。试管薯不仅具有试管苗的所有优点, 而且由于体积小、重量轻, 繁殖期间杜绝了外来病菌的再次侵染, 贮藏、运输、种植方便。马铃薯试管薯的诱导与生产, 对于马铃薯种质

保存、种子交换、脱毒种薯的繁殖等方面都有重要意义^[2]。

传统的马铃薯试管薯通过两步法进行诱导^[1-5]。首先将马铃薯脱毒试管苗切繁到含有低浓度蔗糖(2%~3%)的培养基上培养壮苗, 然后将第一步培养的壮苗转到含有(或添加)高浓度蔗糖(7%~10%)和激素的培养基上进行马铃薯试管薯的诱导。传统两步诱导法, 过程繁琐, 效率低, 污染率高, 不能适应工厂化生产的需要。而且诱导过程中, 试管薯长期

收稿日期: 2010-08-02

基金项目: 国家行业科技专项(3-6-4)。

作者简介: 马伟清(1962-), 女, 高级农艺师, 从事马铃薯生物技术研究。

*通信作者: 董道峰, 副研究员, 博士, 主要从事马铃薯育种与栽培研究, E-mail: feng-dd@126.com。

处于高浓度激素中, 易使试管薯的染色体发生变异, 形成潜在的危害^[6]。本文在不添加任何外源激素、不更换培养基的情况下, 用一步法进行试管薯诱导, 研究试管苗培养阶段光照和温度对试管薯诱导的影响, 以期筛选出最佳的培养、诱导条件。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试品种为早熟品种费乌瑞它、中熟品种大西洋和晚熟品种克新1号, 供试材料均为本单位保存的脱毒试管苗。试管苗在MS培养基(pH 5.8, 蔗糖 $25 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$, 琼脂 $5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$) 继代培养, 温度 $25 \pm 1^\circ\text{C}$, 光照强度 $40 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 光周期每天 16 h, 每25 d 继代 1 次。

1.2 试验方法

当脱毒试管苗长有 6~7 片叶时, 去掉顶芽, 取中部 4~5 个茎段, 接种到装有改良 MS 液体培养基(pH 5.8, 蔗糖 $60 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$, 不含任何激素)的培养瓶中, 每瓶 10 个茎段, 每处理 15 瓶。在不同光周期($16 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$; $12 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$; $8 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$; $6 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$)、不同光照强度($20 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$; $40 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$; $60 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$; $80 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)和不同温度(18°C ; 20°C ; 24°C ; 变温, 黑暗 18°C , 光照 24°C)下培养 4 周, 然后全黑暗进行试管薯诱导, 诱导温度同培养温度。诱导过程中定期调查试管薯产生的数量, 诱导 4 周后收获, 分别调查每瓶的大薯($\geq 0.05 \text{ g}$)和小薯($< 0.05 \text{ g}$)的数量和鲜重。最后统计每 100 株试管苗诱导产生试管薯的数量和重量。

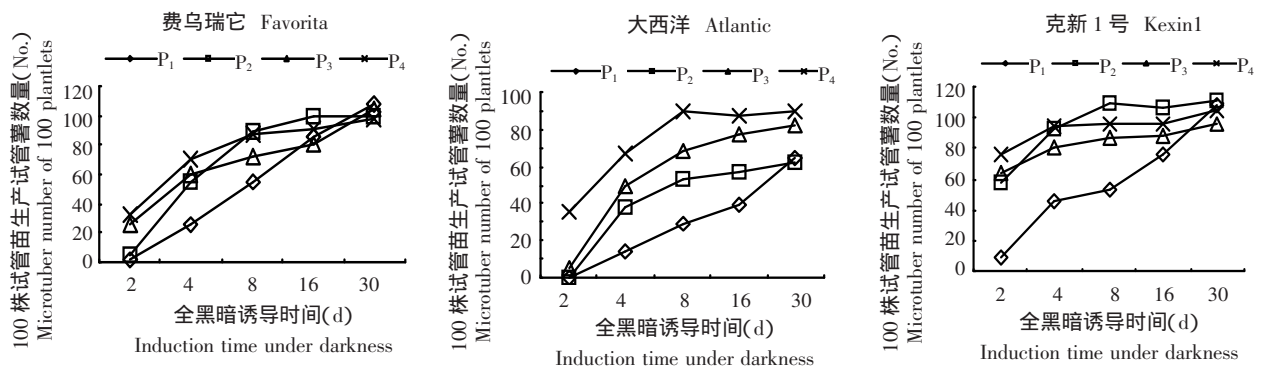
2 结果与分析

2.1 光周期对试管薯诱导的影响

不同光周期培养对 3 个品种诱导产生试管薯的影响不同。

费乌瑞它在 $16 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$ 光周期培养后, 全黑暗诱导 2 d, 每 100 株试管苗只有 1.0 粒试管薯产生, $12 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$ 光周期处理产生 4.3 粒, 而 $8 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$ 光周期处理产生 26.2 粒, $6 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$ 光周期处理产生 32.7 粒。随着诱导时间的延长, 产生的试管薯逐渐增多。诱导 4 周后, 四种光周期处理每 100 株试管苗产生的试管薯数量都达到 100 粒左右($16 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$, 109 粒; $12 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$, 100 粒; $8 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$, 104 粒; $6 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$, 98 粒)(图 1)。但是, 试管薯的重量差异明显, $16 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$ 光周期处理每 100 株试管苗产生 71 粒大薯, 重达 6.57 g , 试管薯的总重量为 8.15 g , 随着光照时间的缩短, 产生的大薯数量逐渐减少, 重量也逐渐下降, $6 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$ 光周期处理只产生 18.4 粒大薯, 总重量也只有 4.04 g (表 1)。

大西洋全黑暗诱导 2 d 后, $16 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$ 和 $12 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$ 光周期处理没有试管薯产生, $8 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$ 光周期处理每 100 株试管产生 5.1 粒试管薯, $6 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$ 光周期处理产生 35.7 粒。诱导 4 d 后, $16 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$ 光周期处理产生 14.0 粒试管薯, 而 $6 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$ 光周期处理已达到 67.0 粒。诱导 4 周后, $16 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$ 和 $12 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$ 光周期处理每 100 株试管苗只产生 64.9 粒和 61.9 粒试管薯, 而 $8 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$ 和 $6 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$ 光周期达到 81.7 粒和 89.3 粒(图1)。其中, $8 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$ 光周期处理产生的大薯数



注: $P_1=16 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$; $P_2=12 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$; $P_3=8 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$; $P_4=6 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$ 。培养条件: 光照强度 $40 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 温度 20°C 培养 4 周。然后全黑暗诱导 4 周。

Note: $P_1=16 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$ $P_2=12 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$ $P_3=8 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$ $P_4=6 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$. The explants were cultured under $40 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 20°C for 4 weeks, then induced under the darkness for 4 weeks.

图 1 培养阶段光照长度对试管薯诱导的影响

Figure 1 The effect of light length on microtuber induction in the stage of tissue culture

量最多, 为 42.5 粒, 而 $16 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$ 光周期处理产生的小薯数量最多, 达到 61.2 粒。 $6 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$ 光周期处理产生的试管薯总薯重最大, 为 4.26 g (表 1)。

克新 1 号全黑暗诱导 2 d 后, $16 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$ 光周期处理每 100 株试管苗产生 9.3 粒试管薯, 而 12、8 和 $6 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$ 光周期处理则分别达到了 58.1 粒、64.0 粒和 76.6 粒。诱导 4 d 后 $16 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$ 光周期处理产生 45.4 粒, 其他的 3 个处理则达到了 80 粒以上(图 1)。诱导 4 周后, 只有 $8 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$ 光周期产生 95.4 粒试管薯, 16、12 和 $6 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$ 光周期处理分别达到 107.4 粒、111.1 粒和 105.2 粒。 $12 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$ 光周期处理不仅产生试管薯总量最多, 而且大薯的数量也最多, 达到 86.5 粒, 总重量为 10.10 g (表 1)。

从图 1 可以看出, 3 个马铃薯品种试管苗培养阶段光周期越短, 黑暗诱导后试管薯产生的速

度越快, 但是小薯率较高, 说明短光周期培养有利于试管薯的诱导, 但是在短光周期培养试管苗较弱, 诱导试管薯产生的营养体较弱, 所以产生的试管薯较小。但是, 在长光周期条件下培养得试管苗较健壮, 则不利于试管薯的发生, 黑暗诱导一定时间后, 减弱了试管苗的生长势, 则产生试管薯的速度加快。3 个品种对光周期的敏感度也不同, 大西洋最为敏感, 黑暗诱导的前 2 d, 长光周期培养的试管苗没有试管薯产生, 而克新 1 号最不敏感, 黑暗诱导 2 d 后, 各个处理都有试管薯产生, 只是长光周期培养的试管苗产生的试管薯少一些。这种敏感性主要表现在试管薯诱导的初始阶段, 到诱导后期, 主要基因型决定了不同品种试管薯产生的数量, 不同品种需要不同的最佳光周期。

表 1 培养阶段光照长度对试管薯数量和重量的影响

Table 1 The effect of light length on microtuber number and weight in the stage of tissue culture

品种 Cultivar	光照周期 Photoperiod	100 株试管苗产生试管薯数量 (No.) Microtuber number of 100 plantlets			100 株试管苗产生试管薯重量 (g) Microtuber weight of 100 plantlets		
		$\geq 0.05 \text{ g}$	$< 0.05 \text{ g}$	总数 Total number	$\geq 0.05 \text{ g}$	$< 0.05 \text{ g}$	总重 Total weight
费乌瑞它 Favorita	P ₁	71.0	37.6	108.6	6.57	1.58	8.15
	P ₂	51.0	49.3	100.2	5.19	1.81	7.00
	P ₃	44.3	60.0	104.3	5.15	1.87	7.02
	P ₄	18.4	79.6	98.1	1.51	2.54	4.04
大西洋 Atlantie	P ₁	3.8	61.2	64.9	0.31	1.75	2.06
	P ₂	14.6	47.3	61.9	1.24	1.52	2.76
	P ₃	42.5	39.2	81.7	2.94	1.11	4.06
	P ₄	34.9	54.4	89.3	2.81	1.45	4.26
克新 1 号 Kexin 1	P ₁	75.2	32.2	107.4	5.86	1.07	6.93
	P ₂	86.5	24.6	111.1	9.13	0.97	10.10
	P ₃	58.2	37.2	95.4	5.21	1.36	6.56
	P ₄	64.3	40.9	105.2	6.12	1.63	7.75

2.2 光照强度对试管薯诱导的影响

试管苗培养阶段, 光照强度影响试管薯的诱导。

费乌瑞它在 $60 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 光照强度下培养 4 周, 全黑暗诱导 2 d 后产生的试管薯最多, 每 100 株试管苗达到 47.1 粒, $40 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 处理产生 34.9 粒, $20 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 处理产生 28.9 粒, $80 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 处理产生最少, 只有 24.7 粒(图 2)。但是诱导 4 周后, $80 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 处理产生的试管薯最多, 达到 110.1 粒, 而且大薯数量也最多, 为 63.0 粒, 总重量达到

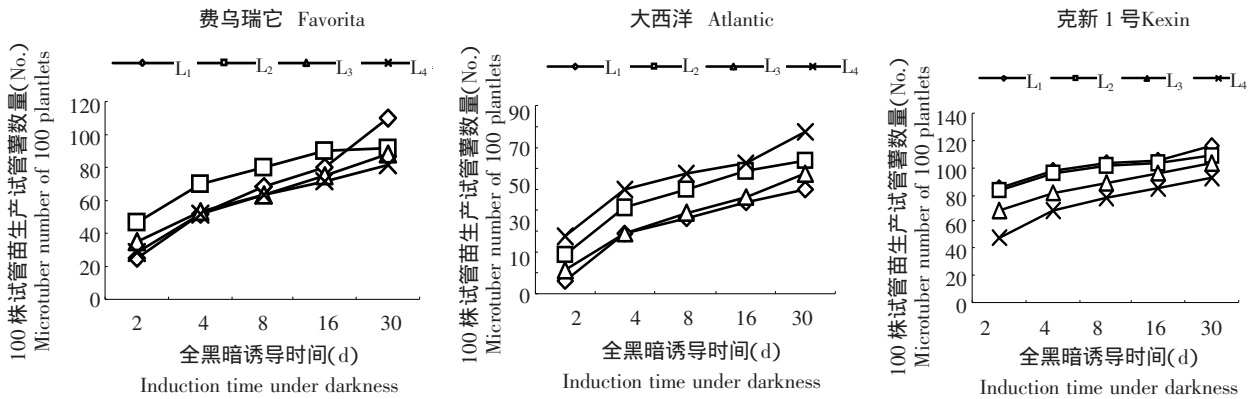
7.97 g (表 2)。 $20 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 处理产生的试管薯最少, 为 81.6 粒, 大薯的数量也最少, 只有 26.8 粒, 总量只有 3.29 g。

大西洋全黑暗诱导 2 d 后, $20 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 处理产生的试管薯最多, 为 27.6 粒, $80 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 处理产生的试管薯最少, 只有 6.7 粒(图 2)。诱导 4 周后, 仍然是 $20 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 处理产生的试管薯最多, 为 77.3 粒, 大薯有 17.9 个, 总重量为 3.19 g (表 2)。而 $80 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 处理产生试管薯最少,

只有 50.2 粒，大薯 10.6 粒，总重量只有 2.00 g。

克新 1 号全黑暗诱导 2 d 后， $20\text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 处理产生的试管薯最少，但是也达到了 48.7 粒，而产生试管薯最多的为 $80\text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 处理，形成 85.6 个试管薯(图 2)。诱导 4 周后， $20\text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 处理产生试管薯 92.9 粒，大薯 43.5 粒，其他 3 个处理试管薯总量都在 100 粒以上，其中 $80\text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 处理产生试管薯最多，为 116.0 粒，大薯 81.1 粒，总重量达到 9.85 g(表 2)。

从结果看，3 个品种对不同光照强度的反应不同，其中费乌瑞它和克新 1 号在 $80\text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 光照条件下培养后产生的试管薯数量最多，大薯率和总重量也最高，而大西洋则 $20\text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 处理这 3 个指标最优。与光周期类似，克新 1 号对光照强度不敏感，在各种光照强度下都有大量的试管薯产生，而大西洋则相反，在各种光照强度处理下，产生的试管薯数量都很少，而且试管薯的重量也很小。



注：L₁= $80\text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ；L₂= $60\text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ；L₃= $40\text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ；L₄= $20\text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ，8 h·d⁻¹。培养温度 20℃ 培养 4 周，然后全黑暗诱导 4 周。

Note: L₁= $80\text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ；L₂= $60\text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ；L₃= $40\text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ；L₄= $20\text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 8 h·d⁻¹. The explants were cultured under 20℃ for 4 weeks ,then inducted under darkness for 4 weeks.

图 2 培养阶段光照强度对试管薯诱导的影响

Figure 2 The effect of light intensity on microtuber induction in the stage of tissue culture

表 2 培养阶段光照强度对试管薯数量和重量的影响

Table 2 The effect of light intensity on microtuber number and weight in the stage of tissue culture

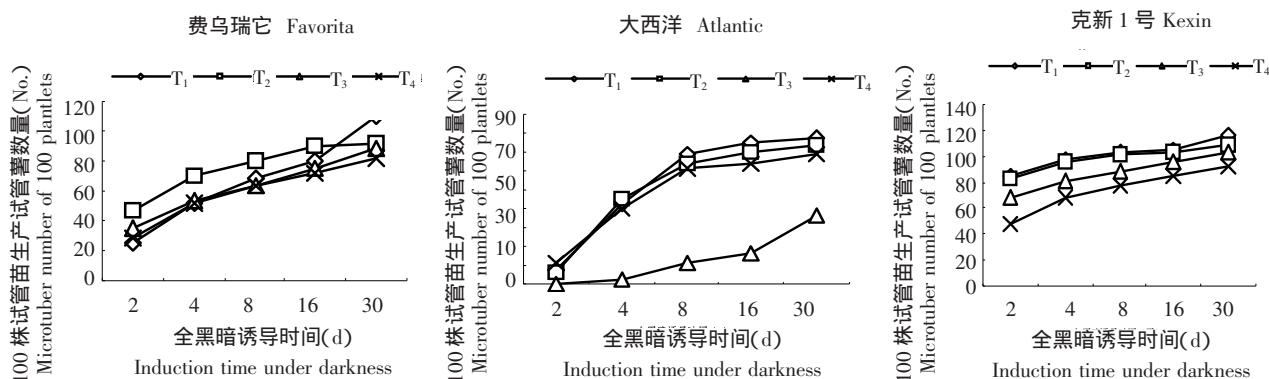
品种 Cultivar	光照强度 Light intensity	100 株试管苗产生试管薯数量 (No.) Microtuber number of 100 plantlets			100 株试管苗产生试管薯重量 (g) Microtuber weight of 100 plantlets		
		≥ 0.05 g	< 0.05 g	总数 Total number	≥ 0.05 g	< 0.05 g	总重 Total weight
费乌瑞它 Favorita	L ₁	63.0	47.2	110.1	6.34	1.62	7.97
	L ₂	38.4	56.5	95.0	3.12	1.95	5.06
	L ₃	39.4	49.5	88.9	3.27	1.42	4.69
	L ₄	26.8	54.8	81.6	1.95	1.34	3.29
大西洋 Atlantic	L ₁	10.6	39.6	50.2	0.74	1.26	2.00
	L ₂	12.7	51.4	64.1	0.86	1.42	2.28
	L ₃	10.7	46.8	57.5	0.71	1.25	1.96
	L ₄	17.9	59.4	77.3	1.62	1.58	3.19
克新 1 号 Kexin 1	L ₁	81.1	34.9	116.0	8.61	1.24	9.85
	L ₂	76.8	31.7	108.4	6.99	1.18	8.17
	L ₃	58.0	45.6	103.6	4.59	1.51	6.10
	L ₄	43.5	49.4	92.9	3.57	1.79	5.36

2.3 温度对试管薯诱导的影响

费乌瑞它在 18℃ 条件下培养, 诱导 2 d 后只产生 4.22 粒试管薯, 24℃ 处理产生 26.94 粒, 20℃ 处理产生 33.69 粒, 而变温处理产生的试管薯最多, 达到 45.82 粒(图3)。诱导 4 周后, 24℃ 处理产生的试管薯数量最少, 只有 76.9 粒, 其中大薯 37.8 粒, 而其它 3 个处理产生的大薯数量都在 60 粒以上, 18℃ 处理产生的试管薯数量最多, 达到 107.7 粒, 变温处理后试管薯的总重量最大,

为 7.24 g (表 3)。

大西洋在 24℃ 条件下培养, 诱导 2 d 后没有试管薯产生, 18℃ 和 20℃ 处理分别产生 7.0 粒和 6.6 粒, 变温处理产生的试管薯最多, 为 11.4 粒(图 3)。诱导 4 周后, 24℃ 处理只产生 36.3 粒试管薯, 其中大薯只有 2.8 粒, 其他 3 个处理产生的试管薯都在 70 粒左右, 18℃ 处理产生的最多, 为 77.3 粒, 而变温处理产生的大薯最多, 为 39.7 粒, 总重也达到 4.56 g (表 3)。



注: T₁=18℃; T₂=20℃; T₃=24℃; T₄=变温(光照 24℃ 黑暗 18℃)。培养条件: 光照强度 40 μmol·m⁻²·s⁻¹, 8 h·d⁻¹, 培养 4 周。然后全黑暗诱导 4 周。

Note: T₁=18℃; T₂=20℃; T₃=24℃; T₄=24℃/light, 18℃/dark. The explants were cultured under 40 μmol·m⁻²·s⁻¹, 8 h·d⁻¹ for 4 weeks, then inducted under darkness for 4 weeks.

图 3 培养阶段温度对试管薯诱导的影响

Figure 3 The effect of light temperature on microtuber induction in the stage of tissue culture

表 3 培养阶段温度对试管薯数量和重量的影响

Table 3 The effect of light temperature on microtuber number and weight in the stage of tissue culture

品种 Cultivar	温度 Temperature	100 株试管苗产生试管薯数量 (No.) Microtuber number of 100 plantlets			100 株试管苗产生试管薯重量 (g) Microtuber weight of 100 plantlets		
		≥ 0.05 g	< 0.05 g	总数 Total number	≥ 0.05 g	< 0.05 g	总重 Total weight
费乌瑞它 Favorita	T ₁	62.5	45.2	107.7	4.84	1.30	6.14
	T ₂	64.8	34.4	99.2	5.17	0.81	5.98
	T ₃	37.8	39.2	76.9	3.44	0.95	4.39
	T ₄	60.1	27.5	87.6	6.42	0.82	7.24
大西洋 Atlantic	T ₁	24.8	52.5	77.3	1.46	1.26	2.72
	T ₂	25.9	47.4	73.3	1.85	0.92	2.77
	T ₃	2.8	33.5	36.3	0.18	0.60	0.77
	T ₄	39.7	31.1	69.1	3.84	0.72	4.56
克新 1 号 Kexin 1	T ₁	82.6	24.1	106.7	6.34	0.74	7.08
	T ₂	70.9	35.6	106.5	6.28	1.05	7.33
	T ₃	33.5	26.1	59.5	2.74	0.75	3.49
	T ₄	80.0	28.5	108.5	7.46	1.23	8.69

克新1号在18℃条件下培养,诱导2 d后产生的试管薯最少,为20.4粒,24℃处理产生38.6粒,而20℃处理产生69.2粒,变温处理产生73.9粒(图3)。诱导4周后,24℃处理产生的试管薯数量最少,只有59.5粒,而其他3个处理都达到近110粒,其中变温处理产生的最多,为108.5粒。同其他两个品种一样,24℃处理产生的大薯数量最少,只有33.5粒,而18℃和变温处理则达到80粒以上,总薯重最大的也是变温处理,达到8.69 g(表3)。

从3个品种不同培养温度诱导试管薯来看,变温处理(黑暗18℃,光照24℃)试管薯形成快,而且形成试管薯总量多,重量大,其次为18℃和20℃处理,不同品种有轻微的差异,而24℃培养不利于试管薯的诱导。

3 讨论

影响试管薯诱导的环境条件主要是光照和温度^[6],但是这些研究都是以培养基内添加各种高浓度的激素为基础^[7-9],培养基中添加激素并不能确切地反映各个马铃薯品种在试管薯诱导过程中对光照和温度的反应。

本试验在不添加任何激素的条件下,在短光照条件下培养试管苗,有利于前期试管薯的形成。但是由于短光照条件下培养的试管苗较弱,易形成早衰,所以不利于后期试管薯的形成及膨大。而长光周期培养的试管苗生长势强,则不利于试管薯的形成,然而一旦形成试管薯,则有利于营养物质的积累,形成大的试管薯。光照强度对不同品种的试管薯形成和膨大的反应不同。光周期与光照强度是否有关联,还需要做进一步的研究。

温度过高不利于试管薯的形成和膨大,温度应保持在18℃到20℃较为适宜,而变温培养则对试管薯的形成和膨大最为有利。一些研究认为,诱导阶段适当的低温有利于试管薯的形成^[10-12],对于变温培养后,诱导阶段的温度选择还需要做进一步的试验。另外,不同品种对试管薯的形成敏感度不同,有些品种(如本试验中的克新1号)有利于试管薯的生产,而一些品种(如本试验中的大西洋)则不利于试管薯的生产。一步法进行试管薯的

诱导,可以提高诱导效率,降低成本,另外由于没有外加高浓度激素的影响,有利于利用试管薯进行其他方面的研究,但是不同品种需要做培养环境的筛选和品种结薯性评价,以筛选出最佳的诱导条件。

[参 考 文 献]

- [1] Hussey G, Stacey N J. Factors affecting the formation of in vitro tubers of potato (*Solanum tuberosum* L.) [J]. *Annals of Botany*, 1984, 53: 565-578.
- [2] Estrada R, Tovar P, Dodds J H. Induction of in vitro tubers in a broad range of potato genotypes [J]. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 1986, 7: 3-10.
- [3] Joan L J, William H C, Dennis R D. The influence of plant growth regulators and light on microtuber induction and formation in *Dioscorea alata* L. cultures [J]. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 1993, 34: 245-252.
- [4] Wang J L, Wang Q, Wang J, et al. Effect of different plant growth regulators on micro-tuber induction and plant regeneration of *Pinellia ternate* (Thunb) Briet [J]. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 2009, 15: 359-365.
- [5] 孙慧生. 马铃薯育种学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002, 70-372.
- [6] Donnelly D J, Coleman W K, Coleman S E. Potato microtuber production and performance: A review [J]. *American Journal of Potato Research*, 2003, 80: 103-115.
- [7] Rosell G, de Bertoldi F G, Tizio R. In vitro mass tuberisation as a contribution to potato micropropagation [J]. *Potato Research*, 1987, 30: 111-116.
- [8] Levy D, Seabrook J E A, Coleman S. Enhancement of tuberization of axillary shoot buds of potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars cultured in vitro [J]. *Journal of Experimental Botany*, 1993, 44: 381-386.
- [9] Castro G, Abdala G, Aguero C, et al. Interaction between jasmonic and gibberellic acids on in vitro tuberization of potato plantlets [J]. *Potato Research*, 2000, 43: 83-88.
- [10] Wang P, Hu C. In vitro mass tuberization and virus-free seed-potato production in Taiwan [J]. *American Journal of Potato Research*, 1982, 59: 33-37.
- [11] Leclerc Y, Donnelly D, Seabrook J E A. Microtuberization of layered shoots and nodal cuttings of potato: The influence of growth regulators and incubation periods [J]. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 1994, 37: 113-120.
- [12] Akita M, Takayama S. Induction and development of potato tubers in a jar fermentor [J]. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 1994, 36: 177-182.