

## 学术园地

# 离体培养条件下植物生长物质 对马铃薯块茎形成的影响\*

李灿辉 王 军 管朝旭 文昌金 龙维彪

(云南师范大学生命科学系 昆明 650031)

## 摘要

在全黑暗诱导结薯培养条件下,培养基(MS+8.0%蔗糖)中添加5.0 BA、5.0 B<sub>9</sub>、500 CCC或5.0 BA+500 CCC(mg/L)对诱导马铃薯(cv. Mira)试管苗或其茎段结薯所需的时间,结薯率和结薯数量没有促进作用;它们虽能略微提高试管薯的平均鲜重,但与对照比较,此影响未达到显著水平(LSD<sub>0.05</sub>)。在16h/d光周期或8h/d光周期加暗期光间断诱导结薯培养条件下,无论培养基中蔗糖含量为2.0%或8.0%,外源添加2.0 NAA、2.0 ABA、5.0 BA、5.0 B<sub>9</sub>、500 CCC或5.0 BA+500 CCC(mg/L)等植物生长物质均不能诱导试管苗茎段结薯(cv. I-1085)。由此表明,离体培养条件下,外源添加上述植物生长物质不是诱导马铃薯块茎形成的必需因子。对此试验结果作了比较详细的讨论。

**关键词** 马铃薯 (*Solanum tuberosum* L.), 植物生长物质, 块茎形成, 离体培养

## 1 前 言

离体培养条件下诱导马铃薯块茎形成,不仅是无病毒马铃薯种薯生产体系中的一个重要环节<sup>[1]</sup>,也是马铃薯种质资源保存与分发<sup>[2,3]</sup>及研究马铃薯块茎形成机理<sup>[4]</sup>的一种较理想的方法。因此,在理论研究和生产实践中均具有重要的意义。

自 Gregory (1956)<sup>[5]</sup> 和 Chapman (1958)<sup>[6]</sup>的研究提出存在性质类似于植物激

素的马铃薯块茎形成物质(tuber-forming substance)以来,人们一直在寻找和验证什么是块茎形成物质<sup>[7~9]</sup>。其间,对已知植物激素在马铃薯块茎形成过程中的内源含量变化<sup>[10~14]</sup>,外源施加的影响<sup>[15~17]</sup>及离体培养诱导效应<sup>[18~20]</sup>等方面进行了广泛的研究。然而,迄今为止,植物激素与马铃薯块茎形成的关系仍不十分清楚<sup>[4]</sup>。在离体培养诱导结薯过程中,许多学者报道外源添加植物生长物质(尤其BA和GA<sub>3</sub>生物合成抑制剂)可以诱导块茎形成或有促进结薯的作用<sup>[18,21~24]</sup>。为了验证这些报道的准确性和深入探讨马铃薯块茎形成的机理,在前人报道

\* 国家自然科学基金资助项目

收稿日期: 1997-12-04

的基础上, 设计开展了以下的系列试验。

## 2 材料与方法

### 2.1 材料

供试材料为马铃薯本地 Mira (*Solanum tuberosum*) 品种和自国际马铃薯中心 (CIP) 引进、结薯严格需要短日照的 I-1085 (*S. phureja* X *S. andigena*) 品种的无病毒试管苗。

### 2.2 方法

**试验一:** 参照 Dodds 等 (1988)<sup>[2]</sup> 方法将 Mira 试管薯去除顶芽和基部老茎节后, 剪成带二片叶子的二节茎段, 分别转接到含 5.0 BA<sup>[2]</sup>、5.0 B<sub>9</sub><sup>[23]</sup>、500 CCC<sup>[2]</sup> 或 5.0 BA + 500 CCC (mg/l)<sup>[3]</sup> 固态 MS 诱导结薯培养基 (含 8.0% 蔗糖) 的试管中, 并放置于全黑暗 (TD), 18~23℃ 条件下直接诱导结薯培养 6 周。每个处理 5 支, 每支接入 2 个茎段共 4 节; 并设 3 个重复。

**试验二:** 采用常规方法分二步诱导 Mira 试管苗结薯。即先把 Mira 试管苗剪成二节茎段, 转接到装有 20ml 液体 MS 培养基 (含 2.0% 蔗糖) 的果酱瓶中; 每瓶接入 5 个茎段共 10 节, 并置于 16h/d 光周期 (LD) (2000~3000lx), 20~25℃ 条件下培养 4 周。然后, 在无菌条件下于每瓶中分别添加 BA、B<sub>9</sub>、CCC 或 BA + CCC (浓度同试验一) 的液体 MS 诱导结薯培养基 (含 8.0% 蔗糖) 20ml; 并转入 TD, 18~23℃ 条件下诱导培养 6 周。处理方

法同试验一。

**试验三:** 如试验一方法, 把 I-1085 试管苗的茎段分别转接到含 2.0 NAA<sup>[22]</sup>、2.0 ABA<sup>[20]</sup>、5.0 BA、5.0 B<sub>9</sub>、500 CCC 或 5.0 BA + 500 CCC (mg/l) 的固态 MS 培养基 (含 2.0% 或 8.0% 蔗糖) 中, 并分别放置于 16h/d 光周期 (LD) (2000lx), 或 8h/d 光周期加暗期光间断 (SD+NB) (2000lx)<sup>[25]</sup> 条件下培养 30d; 培养期间温度为 18~23℃。每个处理各 20 瓶 (见表 3)。

### 2.3 试验数据收集

诱导结薯所需时间为第一个直径大于 1.0mm 的试管薯出现时间; 诱导结薯率为试验结束时, 每个处理中试管苗 (或其茎段) 结薯的百分比; 诱导培养期间, 茎段侧芽发育情况参照 McGrady 等 (1986)<sup>[25]</sup> 方法以诱导强度 (induction level score) 表示, 分 1~5 级 (见表 3 说明)。

## 3 结果与分析

**试验一:** 在 TD 及 8.0% 蔗糖诱导结薯条件下, 试管苗茎段 (cv. Mira) 均可顺利结薯, 并形成相当的产量<sup>[1~3]</sup>; 在此条件下, 外源添加 BA、B<sub>9</sub>、CCC 或 BA + CCC 等植物生长物质, 虽能略微提高试管薯的平均鲜重, 但平均结薯数量反而略有下降; 因而, 其平均产量与对照比较差异不明显。上述植物生长物质处理对诱导茎段结薯所需时间和结薯率也没有促时作用 (表 1)。此结果与许多学者

表 1 全黑暗条件下 BA, CCC, B<sub>9</sub> 和 BA + CCC 对诱导马铃薯 (Mira) 试管苗茎段结薯的影响

植物生长物质	结薯所需时间(天)	结薯率(%)	平均结薯数 量/茎段	平均鲜重 /块茎	产量/ 试管
BA	5	100	2.2	91.7	211.8
CCC	5	100	1.8	95.6	172.1
B <sub>9</sub>	5	100	2.0	94.5	187.5
BA + CCC	5	100	2.1	102.4	215.0
对照	5	96	2.4	89.4	214.6
— x ± SE			2.1 ± 0.2	94.7 ± 3.3	200.2 ± 16.3

注: 数据为 3 次重复的结果

的报道不同<sup>[1~3,18,21~23]</sup>。它表明，在 TD 及 8.0% 蔗糖诱导结薯条件下，上述生长物质对试管薯的形成和最终产量没有明显影响。Garner 等(1989)<sup>[26]</sup>亦曾报道，在离体培养诱导结薯条件下，无需添加生长调节物质以诱导块茎形成。

试验二：Galis 等 (1995)<sup>[18]</sup> 报道，试管苗茎段对诱导结薯条件(外源添加 BA)的反应不同于试管苗。因而，进一步采用相同条件下诱导试管苗结薯的方法来验证试验一的结果。从图中可以看出，BA、B<sub>9</sub>、CCC 和 BA + CCC 处理没有起到促进结薯和提高结薯数量的作用。BA 和 B<sub>9</sub> 处理中，诱导结薯 4 周之后仍有试管薯形成，但最终的结薯数量低于对照；CCC 和 BA + CCC 处理中试管苗上块茎的发育过程类似于对照处理，但结薯数量也低于对照。对各处理收获的试管薯鲜重和产量的分析表明，各生长物质处理之间及其与对照处理比较，均无显著差异(表 2)。其中，BA 处理延缓试管苗的衰老，并显著提高了试管苗茎叶鲜重，但产量却没有增加。此

结果与试验一结果相同；并且，还表明在相同的诱导结薯条件下，试管苗和试管苗茎段的结薯习性相一致。因此，在 TD 诱导结薯过程中，外源添加上述植物生长物质可能并非诱导结薯的必需因子。

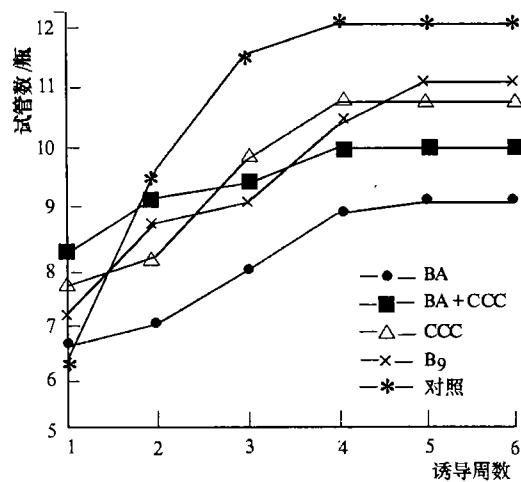


图 在全黑暗条件诱导结薯期间植物生长物质对马铃薯米拉品种试管苗上试管薯发育的影响

表 2 全黑暗条件下 BA、CCC、B<sub>9</sub> 和 BA + CCC 对诱导马铃薯 (Mira) 试管苗结薯的影响

植物生长物质	平均苗数/瓶	结薯所需时间 (d)	平均结薯数量/瓶	平均鲜重/块茎 (mg)	产量/瓶 (mg)	平均茎叶鲜重/瓶 (mg)
BA	7.9	5	9.0	183.2	1649.0	2920.0
CCC	8.4	5	10.9	184.4	1954.3	2766.8
B <sub>9</sub>	8.6	5	11.3	183.7	2076.0	2803.2
BA+CCC	8.2	5	10.2	177.9	1815.0	2660.5
对照	8.4	5	12.0	152.3	1828.0	2110.0
—x—SE	8.2±0.2		10.6±0.9	176.3±9.6	1864.5±120.6	2652±216.8
LSD <sub>0.05</sub>	1.1		3.0	53.5	436.1	752.0

注：数据为 3 次重复的结果

试验三：为证实以上初步结论，采用对光周期反应敏感的 I-1085 品种为试验材料，进一步探讨了外源添加 NAA、BA、ABA、B<sub>9</sub>、CCC 或 BA + CCC 等植物生长物质能否在非诱导结薯条件下(LD 和 SD + NB)下诱导试管苗茎段结薯。表 3 结果表明，在 LD 和

SD + NB 条件下，无论蔗糖浓度为 2.0% 或 8.0%，培养基中分别添加上述生长物质在 30d 内均不能诱导 I-1085 试管苗茎段结薯。证明外源添加上述植物生长物质不能替代光周期的诱导结薯作用；诱导结薯的关键因素是短日照或全黑暗条件<sup>[4]</sup>。

表 3 非诱导结薯条件下 (SD+NB, LD) 植物生长物质对马铃薯 I-1085 品种试管苗茎段侧芽发育的影响

植物生长物质	8h/d 光周期 + 30min 暗期光间断 (SD+NB)			16h/d 光周期 (LD)		
	结薯率 (%)	诱导强度 <sup>①</sup> (ILS)	生根	结薯率 (%)	诱导强度 (ILS)	生根
<b>MSA +<sup>②</sup></b>						
ABA	0	5	—	0	4	—
BA	0	4	—	0	4	—
BA+CCC	0	4	—	0	4	—
CCC	0	4	+	0	4	+
B <sub>9</sub>	0	4	+	0	4	+
NAA	0	5	—	0	5	—
对照	0	4	++	0	4	++
<b>MSB +<sup>②</sup></b>						
ABA	0	5	—	0	4	—
BA	0	3	—	0	3	—
BA+CCC	0	4	—	0	4	—
CCC	0	4	+	0	4	+
B <sub>9</sub>	0	4	+	0	4	+
NAA	0	5	—	0	5	—
对照	0	4	++	0	4	++

注: ① ILS:  $1 > 2 > 3 > 4 > 5$ 。McGrady 等 (1986)<sup>[25]</sup> 根据单节茎段插条的侧芽对诱导条件的反应将其分为 5 级, 分别为 1. 侧芽直接发育成无柄块茎; 2. 侧芽发育为匍匐茎且顶端带块茎; 3. 侧芽发育为顶端呈钩状的匍匐茎; 4. 侧芽发育为带小叶的枝条; 5. 侧芽仍保持静止状态。

② MSA 和 MSB 分别为 MS 基本培养基含 2.0% 或 8.0% 的蔗糖。

参照 McGrady 等 (1986)<sup>[25]</sup> 方法考察了上述生长物质处理对茎段侧芽发育的影响。结果显示, 在 LD 和 SD+NB 条件下, BA 在 8.0% 蔗糖存在时的诱导强度 (3 级) 高于 2.0% 蔗糖浓度下的诱导强度 (4 级), 也高于对照的诱导强度 (4 级); 其它生长物质处理的诱导强度或与对照无明显差别, 或低于对照。此外, BA、NAA、ABA 和 BA+CCC 处理抑制了茎段生根, 而 B<sub>9</sub> 和 CCC 处理对茎段生根则无明显的抑制作用 (表 3)。表明这些外源添加的植物生长物已经对茎段的生长发育产生了明显的影响。但是, 此影响并未导致块茎发生与形成; 因而, 与块茎形成无直接关系。通常, 人们将马铃薯块形分为匍匐茎形成和块茎形成二个阶段, 但此二个阶段发育所需条件不同<sup>[24]</sup>, 匍匐茎产生并不等同于块茎形成<sup>[4, 27]</sup>。

在此试验期间, 用 SDS-PAGE 法<sup>[28]</sup> 定期检测了各生长物质处理的茎段中马铃薯块

茎蛋白 patatin 的含量变化, 发现上述生长物质都不能诱导 patatin 的生物合成和累积 (数据未附, 另文发表)。而 patatin 被认为是马铃薯块茎形成的生化标志<sup>[29~31]</sup>。由此也可以看出, 外源添加上述植物生长物质不是离体培养诱导结薯的必需条件。

#### 4 讨 论

从本质上说, 马铃薯植株上块茎的形成是相关遗传基因在个体发育过程中顺序表达的结果<sup>[32]</sup>, 它主要受光周期调控<sup>[33]</sup>。众所周知, 在块茎形成过程中, 或短日照诱导结薯条件下, 马铃薯植株中内源激素含量发生了十分明显的变化。经典的嫁接试验证明, 在短日照条件下, 植株叶片产生性质类似于植物激素的块茎形成物质, 并被转运至结薯部位, 从而引发块茎的形成<sup>[5, 6]</sup>。因此, 植物生长物质与块茎形成的关系吸引了众多学者的

极大兴趣。

在短日照诱导结薯条件下及块茎形成过程中,  $GA_3$  含量显著下降<sup>[11,34]</sup>, 这被认为是马铃薯块茎形成的前提条件<sup>[24]</sup>。人们据此推断, 抑制  $GA_3$  生物合成或拮抗其生理效应的生长物质, 可以诱导或促进块茎的形成<sup>[2,3,20,21,23,35]</sup>。但是, 本试验结果却表明, CCC 和 B<sub>9</sub> ( $GA_3$  合成抑制剂) 及 ABA ( $GA_3$  效应拮抗剂) 在 LD 和 SD+NB 条件下不能诱导结薯(表 3); 在 TD 诱导结薯条件下, 它们也未表现出促进结薯和显著提高产量的效果(表 1、2)。Hammes 等 (1975)<sup>[17]</sup> 的试验也表明, 在短日照诱导结薯条件下, 外源施加  $GA_3$  不能抑制块茎形成。此外, 从 Gregory (1956) 和 Chapman (1958) 的报道分析,  $GA_3$  本身不可能是块茎形成刺激物<sup>[34]</sup>。所以, 马铃薯块茎形成期间内源  $GA_3$  含量的下降并不是导致块茎形成的直接原因; 在离体培养诱导结薯过程中, 添加  $GA_3$  合成抑制剂或效应拮抗剂也非必需因子。

Palmer 等 (1969、1970) 曾提出细胞分裂素可能就是马铃薯块茎形成物质<sup>[37,38]</sup>。一些学者也报道, 离体培养条件下, 添加 BA 可以诱导或促进结薯, 其最适浓度为 5.0~10mg/l<sup>[1,2,39]</sup>。但是, 从细胞分裂素在块茎形成过程中的含量变化分析, 它不可能是块茎形成物质<sup>[47]</sup>。在扦插试验体系中, 外源施加 BA 时扦插苗所表现出的形态变化与短日照诱导产生的形态变化不同; BA 延缓扦插苗衰老, 并抑制块茎发生和形成<sup>[25]</sup>。在转基因马铃薯植株中, 当 *ipt* 基因高水平表达时, 块茎不能发生和形成; 表达水平较低时, 则促进完整试管苗结薯, 但却抑制其茎段上块茎的形成<sup>[18]</sup>。Levy 等 (1993)<sup>[40]</sup> 亦报道, 在诱导单节茎段结薯的试验体系中, 添加细胞分裂素对茎段上块茎形成能力无任何影响。本试验结果证实 BA 虽能延缓衰老, 但在 TD 条件下, 它没有促进结薯的作用; 在 LD 和

SD+NB 条件下, 它也不能诱导结薯。所以, 外源添加该生长物质不是离体培养诱导结薯所必需的因子。

Tizio 等 (1964, 1966) 认为, 周期性切除马铃薯植株根系, 或用高浓度生长素处理抑制生根, 可以促进结薯; 而用低浓度生长素诱导生根时, 则推迟块茎形成(引自 Abdala et al, 1995)。Sergeeva 等 (1994)<sup>[10]</sup> 报道, 凡能刺激马铃薯块茎形成的条件均可使根和匍匐茎中 IAA 含量显著上升; 因而, 培养基中添加 IAA 可显著地促进块茎形成<sup>[42]</sup>。Abdala 等 (1995)<sup>[41]</sup> 亦将马铃薯块茎形成与植株根系的作用联系起来, 认为根系产生的根因子 (root factor) 是抑制块茎形成的原因。此外, 也有人报道, 拮抗生长素生理效应的生长抑制剂 (香豆素, 即 Coumarin) 可以诱导结薯<sup>[2,43]</sup>。此似乎表明, 生长素与块茎形成的关系有可能与其对根系发育的影响有关。然而, 本试验中 LD 和 SD+NB 条件下, NAA、ABA、BA 和 BA+CCC 处理均抑制了茎段生根, 却不能诱导结薯(表 3)。而在短日照诱导结薯条件下, 无论插条生根或不生根其侧芽均可顺利发育成块茎<sup>[44]</sup>。由此可知, 生长素或根系发育情况不可能是决定块茎形成的主要影响因素。

除此之外, Pena-Cortes 等 (1992)<sup>[45]</sup> 报道, 现已知的植物激素不能调控 patatin (类型 I) 基因的表达。本试验中所用的生长物质也不能诱导 patatin 合成和累积(未附数据)。而 patatin 的出现与累积被认为是马铃薯块茎形成的生化标志<sup>[29~31]</sup>。这从另一侧面证明了外源添加上述植物生长物质不是离体培养诱导结薯的必需因子。

综上所述, 在离体培养条件下, 马铃薯块茎形成与在自然条件下一样, 主要受光周期的调控。诱导结薯时, 外源添加植物生长物质并不是必需的和不可缺少的条件。

## 参 考 文 献

- 1 Wang P J and C Y Hu. *In vitro* mass tuberization and virus-free seed-potato production in Taiwan. *Am Potato J*, 1982, 59: 33~37
- 2 Dodds J H, P Tovar, R Chandra et al. Improved methods for *in vitro* tuber induction and use of *in vitro* tubers in seed programs. In: Proceedings of APA Conference, Kunming, 1988, 49~64
- 3 Tovar P, R Estrada, L Schilde-Rentschler et al. Induction and use of *in vitro* potato tubers. CIP Circular, 1985, 13 (4)
- 4 Ewing E E. Induction of tuberization in potato. In: Vayda M E and Park W D eds. *The Molecular and Cellular Biology of the Potato*, 1990, 25~41
- 5 Gregory L E. Some factors for tuberization in the potato. *Annals of Botany*, 1956, 41: 281~288
- 6 Chapman H W. Tuberization in the potato plant. *Physiol Plant*, 1958, 11: 215~224
- 7 Koda Y, E S A Omer, T Yoshihara et al. Isolation of a specific potato tuber inducing substance from potato leaves. *Plant Cell Physiology*, 1988, 29: 1047~1051
- 8 Struik P C, Boon F J and Vreugdenhil D. Effects of extracellular extracts from leaves on the tuberization of cuttings of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Plant Physiol*, 1987, 84: 214~217
- 9 Chaiklyan M K H, Yanina L I, Devedzhyan A G et al. Photoperiodism and tuber formation in grafting of tobacco onto potato. *Doklady Akademii Nauk, SSSR*, 1981, 257: 1276~1280
- 10 Sergeeva L I, Ivana M, Tatyana N K et al. Morphogenesis of potato plants *in vitro*. II. Endogenous levels, distribution and metabolism of IAA and Cytokinin. *Plant Growth Regulation*, 1994, 13: 147~152
- 11 Koda Y and Okazawa Y. Characteristic changes in the levels of endogenous plant hormones in relation to the onset of potato tuberization. *Japanese Journal of Crop Science*, 1983, 52: 592~597
- 12 Mauk C S and A R Langille. Physiology of tuberization in *Solanum tuberosum* L. *Plant Physiol*, 1978, 62: 438~442
- 13 Kraus A and Marschner H. Influence of nitrogen nutrition, day-length and temperature on contents of gibberellic acid and abscisic acid and on tuberization in potato plants. *Potato Res*, 1982, 25: 13~21
- 14 Forsline P L and Langille A R. Endogenous cytokinins in *Solanum tuberosum* as influenced by photoperiod and temperature. *Physiol Plant*, 1975, 34: 75~77
- 15 Jackson L D and L Willmitzer. Jasmonic acid spraying does not induce tuberization in short-day-requiring potato species kept in non-inducing conditions. *Planta*, 1994, 194: 155~159
- 16 Menzel C M. Tuberization in potato at high temperatures: Responses to gibberellin and growth inhibitors. *Ann. Bot*, 1980, 46: 259~265
- 17 Hammes P S and P C Nel. Control mechanisms in the tuberization process. *Potato Res*, 1975, 18: 262~272
- 18 Galis I, J Macas, J Vlasak et al. The effect of elevated cytokinin level using the *ipt* gene and N-Benzyladenine on single node and intact potato plant tuberization *in vitro*. *J Plant Growth Regul*, 1995, 14: 143~150
- 19 Pelacho A M and A M Mingo-Castel. Jasmonic acid induces tuberization of potato stolons cultured *in vitro*. *Plant Physiology*, 1991, 97: 1253~1255
- 20 Hussey G and Stacey N J. Factors affecting the formation of *in vitro* tubers of potato (*Solanum tuberosum*). *Annals of Botany*, 1984, 53: 565
- 21 Vreugdenhil D, P Bindels, P Reinhoud et al. Use of the growth retardant tetracyclacis for potato tuber formation *in vitro*. *Plant Growth Regulation*, 1994, 14: 257~265
- 22 郭得平, Shan G A. GA<sub>3</sub>, BA 和 NAA 对马铃薯试管薯形成的效果. 植物生理通讯, 1991, 28 (3): 193~195
- 23 何静波, 彭丽萍, 万勇等. 一种有利于诱导马铃薯试管结薯的化合物——比久. 宋伯符主编. 中国马铃薯和甘薯合作研究进展, 中国农业科技出版社, 1990, 206~210
- 24 Vreugdenhil D and P C Struik. An integrated review of the hormonal control of tuber formation in potato. *Physiol Plant*, 1989, 75: 525~531
- 25 McGrady J J, P C Struik and E E Ewing. Effects of exogenous applications of cytokinin on the development of potato (*Solanum tuberosum* L.) cuttings. *Potato Res*, 1986, 29: 191~205
- 26 Garner N and Blake J. The induction and development of potato microtubers *in vitro* on media free of growth regulating substances. *Annals of Botany*, 1989, 63: 663~674

- 27 Ewing E E and P C Struik. Tuber formation in potato: induction, initiation and growth. *Horticultural Review*, 1992, 14: 89~198
- 28 Paiva E, Lister R M, Park W D. Induction and accumulation of major tuber proteins of potato in stems and petioles. *Plant Physiol*, 1983, 71: 161~168
- 29 李灿辉, 王军. 马铃薯块茎形成的生化标志—Patatin. 陈伊里主编、中国马铃薯学术研讨会文集, 黑龙江科学技术出版社, 1996, 123~127
- 30 Park W D. Molecular approaches to tuberization in potato. In: Vayda M E and Park W D eds. *The Molecular and Cellular Biology of the Potato*, Willingford, 1990, 43~56
- 31 Wheeler R M, D J Hannapel, T W Tibbits. Comparison of axillary bud growth and patatin accumulation in potato leaf cuttings as assays for tuber induction. *Annals of Botany*, 1988, 62 (1): 25~30
- 32 Prat S, W B Frommer, R Hofgen et al. Gene expression during tuber development in potato plants. *FEBS*, 1990, 268 (2): 334~338
- 33 Batutis E J and E E Ewing. Far-red reversal of red light effect during long-night induction of potato tuberization. *Plant Physiol*, 1982, 69: 672~674
- 34 Kumar D and Wareing P F. Studies on tuberization of *Solanum andigena*. *New Phytologist*, 1974, 73: 833~840
- 35 Langille A R and P R Helper. Effect of three antigibberellin growth retardants on tuberization of induced and non-induced Katahdin potato leaf-bud cuttings. *Am Potato J*, 1992, 69: 131~141
- 36 Okazawa Y and Chapman H W. Regulation of tuber formation in the potato plant. *Physiol Plant*, 1962, 15: 413~419
- 37 Palmer C E and Smith O E. Cytokinins and tuber initiation in the potato *Solanum tuberosum* L. *Nature*, 1969, 221: 279~280
- 38 Palmer C E and Smith O E. Effects of kinetin on tuber formation on isolated stolons of *Solanum tuberosum* L. cultured *in vitro*. *Plant Cell Physiology*, 1970, 11: 303~314
- 39 Mingo-Castel A M, R E Young, O E Smith. Kinetin-induced tuberization of potato *in vitro*: on the mode of action of kinetin. *Plant & Cell Physiol*, 1976, 17: 557~570
- 40 Levy D, Seabrook J E A, Coleman S. Enhancement of tuberization of axillary shoot buds of potato cultivars cultured *in vitro*. *J Exp Bot*, 1993, 44: 381~386
- 41 Abdala G, G Castro, R Tizio et al. Effect of 2-chloroethyl trimethyl ammonium chloride on tuberization and endogenous GA<sub>3</sub> in roots of potato cuttings. *Plant Growth Regulation*, 1995, 17: 95~100
- 42 Aksanova N P, T N Konstantinova, L I Sergeeva et al. Morphogenesis of potato plants *in vitro* I: effects of light quality and hormones. *J Plant Growth Regul*, 1994, 13: 143~146
- 43 Stallknecht G F and Farnsworth S. General characteristics of coumarin-induced tuberization of axillary shoots of *Solanum tuberosum* L. cultured *in vitro*. *Am Potato J*, 1982, 59: 17~32
- 44 Ewing E E and Wareing P F. Shoot, stolon and tuber formation on potato (*Solanum tuberosum* L.) cuttings in response to photoperiods. *Plant Physiol*, 1978, 61: 348~353
- 45 Pena-Cortes H, X J Liu, J S Serrano et al. Factors affecting gene expression of patatin and proteinase-inhibitor-II gene families in detached potato leaves. *Planta*, 1992, 186: 495~502

## EFFECTS OF PLANT GROWTH SUBSTANCES ON *IN VITRO* TUBERIZATION OF POTATO PLANTS

*Li Canhui, Wang Jun, Guan Chaoxu, Wen Changjing and Long Weibiao*

(Dept. of Life-Science, Yunnan Normal University, Kunming 650031)

### ABSTRACT

Under the total darkness condition, BA, CCC, B<sub>9</sub> or BA+CCC added respectively into the medium (MS+8.0% sucrose) did not have apparent promoting effect on days to tuber

# NAA 和 2,4-D 对脱毒马铃薯扦插苗 生长及产量的影响

郭洪云 宋新玲 陈滨波 刘连航

(山东农业大学园艺系 泰安 271018)

## 摘要

本文研究了不同浓度 NAA 和 2,4-D 配合使用对马铃薯扦插苗的生根、生长及产量的影响。结果表明, 6 种处理中, 其中浓度为 NAA 5mg/l, 2,4-D 1mg/l 的处理扦插苗生根数多, 成活率高, 植株长势强, 产量最高。

关键词 马铃薯, 扦插苗, NAA, 2,4-D

## 1 前 言

将马铃薯脱毒苗扦插于温室中的消毒茎质中生产脱毒小薯, 是进行脱毒薯快繁的重要途径之一, 而影响脱毒小薯产量的关键是脱毒苗的成活率及生长状况。对于如何促进

马铃薯扦插苗的生根数从而提高成活率的报道较少, 为了解常用生长调节剂 NAA 和 2,4-D 对马铃薯扦插苗的影响, 特进行了本项试验研究。

## 2 材料与方法

本试验于 1997 年春在山东农业大学蔬

initiation, the percentage of tuberization and mean number of microtubers in plantlets/stem-segments of potato (cv. Mira) cultured *In vitro*. Although they could slightly improve mean fresh weight of microtubers, the effect did not reach to the significant level ( $LSD_{0.05}$ ). Under the non-inductive photoperiod of 16h/d or 8h/d with night break through dark period, exogenous application of NAA, BA, ABA, B<sub>9</sub>, CCC or BA+CCC could not induce the formation of microtuber in stem-segments of potato (cv. I-1085) plantlets cultured *In vitro* for 30 days, regardless of 2.0% or 8.0% sucrose used in MS medium. The results were discussed in detail and demonstrated that exogenous application of above mentioned plant growth substances were not determinant factors for inducing tuberization under *in vitro* culture conditions.

KEY WORDS: potato (*Solanum tuberosum L.*), plant growth substances, tuberization, *in vitro* culture