

# 马铃薯不同芽龄种薯生理效应的研究

刘梦芸 门福义 成慧娟 郭世英 李实

(内蒙古农牧学院)

## 摘要

马铃薯种薯芽龄(种薯萌芽时间)影响种薯的生理年龄。根据不同芽龄种薯芽条形态解剖,种薯生理变化及植株形态生理,产量形成等方面的研究。结果表明,芽条发育程度,芽生长锥分化程度与芽龄大小成正相关,种薯内的生理变化、植株生长发育、生理兴衰变化、产量形成等与种薯芽条发育程度,特别是芽生长锥分化程度呈显著相关。芽条生长锥分化程度相近的种薯,具有相近的生理效应。

## 1 前言

有关马铃薯种薯生理年龄的研究,在“马铃薯改良科学基础”专著<sup>[1]</sup>及蒋先明先生的“试评马铃薯种薯生理年龄”<sup>[2]</sup>一文,已作了较系统的综述和分析。一般都是用可见芽条发育程度来表示种薯生理年龄大小,种薯生理年龄的作用,是通过芽条发育水平的影响。本文是根据种薯萌发时间(本文称芽龄)对生理年龄的影响,探讨不同芽龄种薯的芽条发育水平对植株生育生理及产量的影响,进一步对种薯生理年龄的作用机理和度量标准提高认识,同时也为具体地区确定最佳种薯生理年龄提供理论依据。

## 2 材料与方 法

试验于1987和1988年进行。1987年品种

为同薯8号(普薯2号),于播前2月22日和3月22日开始每隔10天从窖内分期分批取出种薯放在17~21℃室温下进行浴光催芽。以窖内取出时间至播种日所经历的萌芽天数为芽龄,即50天、20天、10天、0天(种薯未经催芽处理)。1988年品种为紫花白,在播前从3月11日开始每隔15天从窖内取出,种薯放在温室7~35℃变温下进行浴光催芽(为防止水分过度散失,种薯上覆盖透明薄膜),其芽龄为50天、35天、20天和0天。以上各芽龄于同1天播种。亩施15公斤的磷二胺做种肥。块茎形成初期亩追10公斤的尿素。行株距15厘米×30厘米。生育期浇水2次。

试验小区面积35米<sup>2</sup>,随机排列,重复3~4次。测定方法:过氧化物酶活性——愈创木酚比色法;硝酸还原酶——磺胺比色法;还原糖含量——仲钨酸比色法;根系吸

收活力——萘胺比色法和伤流液重量法; 根体积——排水法; 叶面积——干重换算法。

### 3 试验结果

#### 3.1 播前不同芽龄种薯芽条发育状况

每处理取样10块, 每块选取发育最好的

芽进行解剖, 结果详见表1和图1。

由表1结果可以看出, 在同一萌芽条件下芽的长度、根原基数、已伸长的节间数、分化的叶片数, 芽干重及芽生长锥分化程度等, 均随芽龄的加大而增加。种薯上长于0.5厘米的芽条数则与一开始置于萌发条件下的时间早晚有, 关2月22日开始萌芽的芽条数显著少于3月份才开始萌芽的萌芽数, 且每块的萌

表 1 不同芽龄种薯芽条发育状况

试验年份	芽龄 (天)	大于0.5厘米的芽数(个/块)	芽长 (厘米/芽)	根原茎数 (个/块)	已伸长期节间数 (个/芽)	已分化叶片数 (个/芽)	芽干重 (克/芽)	芽生长锥分化程度	备注
1987年	30	2	1.1	3	3	11.2	0.05	小花突起	2月23日 在室内催芽
	20	2.4	0.9	2.2	2.2	8.2	0.04	生长锥伸长	
	10	5.4	0.6	0.6	0.6	6.0	0.02	生长锥突起	
	0	0	0	0	0	0	0	生长锥未突起	
	30	6.7	1.83	18.5	4.5	16	0.12	小花突起一分化	3月22日 开始在室内催芽
	20	7.7	1.52	11	2	13	0.09	生长锥伸长	
	10	6.7	1.17	12	1	13	0.02	生长锥突起	
	0	0	0	0	0	7	0	生长锥微突起	
1988年	50	7.2	1.1	/	5~6	11~16	/	小花突起一分化	3月21日 开始在温室内催芽
	35	6.3	0.9	/	3~5	11~14	/	显著伸长	
	20	4.4	0.5	/	2~3	7~10	/	生长锥突起一伸长	
	0	0	0.1	/	0	6~7	/	生长锥微突起	

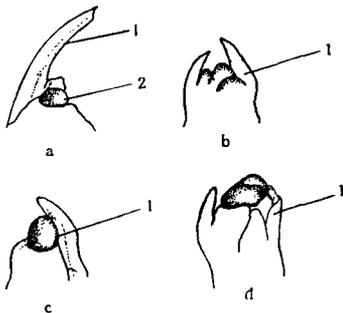


图 1 芽生长锥分化

注: a. 生长锥微突起。 1. 幼叶; 2. 生长锥。  
 b. 小花突起。 1. 小花。  
 c. 生长锥伸长。 1. 生长锥。  
 d. 小锥分化。 1. 花萼。

芽数在早期是随芽龄加大而减少, 晚期萌芽的则随芽龄的加大而增加。1987年和1988年二者芽龄相差20天、15天和10天, 但在芽生长锥分化程度及分化的叶片数则极其相近。

#### 3.2 不同芽龄种薯内的生理变化

##### 3.2.1 种薯内贮藏物质含量的变化

表2可以看出, 在播前种薯内的淀粉, 蛋白质含量是大芽龄种薯比小芽龄种薯低, 而还原糖和非蛋白质比小芽龄的高。播后38天的结果则正好与上相反, 大芽龄薯的淀粉、蛋白质下降的速度显著低于小芽龄薯,

表 2 不同芽龄种薯物质含量变化

成分	时 期	芽 龄			
		30天	20天	10天	0天
淀粉 (%)	播前	60.0	57.0	62.5	65.5
	播后38天	57.0	53.0	52.4	50.8
	比播前±%	- 5	- 7	- 16.2	- 22.4
还原糖 (%)	播前	2.89	2.90	2.38	2.12
	播后38天	3.80	5.30	6.20	5.30
	播后比播前±%	+ 31.5	+ 82	+ 160	+ 150
蛋白质 (%)	播前	0.62	0.65	0.65	0.66
	播后38天	0.53	0.54	0.49	0.53
	播后比播前±%	- 14.5	- 16.9	- 24.6	- 11.7
非 蛋 白 氮 (%)	播前	0.64	0.63	0.58	0.60
	播后38天	0.60	0.64	0.59	0.63
	播后比播前±%	- 6.2	+ 1.5	+ 1.7	+ 5

其含量又比小芽龄薯的高, 而还原糖, 非蛋白氮增加的速度显著慢于小芽龄薯, 其含量又比小芽龄薯的低。这一结果与芽条生长营养的供求相一致。

### 3.2.2 过氧化物酶活性变化

表 3 不同芽龄种薯过氧化物酶活性的变化

芽龄	播后天数	过氧化物酶活性 ( $\Delta D_{470}$ /min·g 鲜重)	比播前增 减百分数 (%)
30天	播前	0.18	
20天		0.19	
10天		0.16	
0天		0.16	
30天	播后38天	0.310	+ 138
20天		0.228	+ 20
10天		0.388	+ 142
0天		0.480	+ 200

过氧化物酶活性, 可直接反映植物新陈代谢的高低。在播种前大芽龄薯的酶活性高于小芽龄薯, 播后38天虽然各芽龄种薯酶活性都有提高, 但小芽龄薯提高的百分比远大于大芽龄薯, 此时小芽龄薯过氧化物酶的活性则高于大芽龄薯, 详见表 3。

### 3.3 不同芽龄种薯对植株生育的影响

#### 3.3.1 对生育时期的影响

不同芽龄种薯各生育时期的出现时间都随着芽龄的增大而提早, 但就整个生育期来看, 仅50天芽龄有明显缩短, 其余芽龄则无明显变化, 详见表 4。

#### 3.3.2 对根系的影响

从图 2, 3 和表 5 结果可以看出, 无论是盆栽还是田间试验, 20天芽龄的根重, 根体积均居领先。根系活力有随芽龄的减少而增大的趋势。但20天芽龄和10天芽龄与 0 天芽龄并没有明显规律。30天芽龄根系活力始终处在最低位置。

表 4 不同芽龄种薯对生育时期的影响 (1988年)

芽龄 (天)	播种期 日/月	出苗期 日/月	现薯期 日/月	开花期 日/月	成熟期 日/月	出苗—成熟 (天)
50	29/4	24/5	8/6	24/6	6/8	73
35	29/4	26/5	13/6	26/6	20/8	85
20	29/4	28/5	15/6	1/7	20/8	83
0 (CK)	29/4	31/5	17/6	4/7	25/8	86

注: 各生育时期以田间80%植株出现的日期

表 5 不同芽龄根系吸收活力 (1987年)

芽龄 (天)	室内盆栽试验 $\alpha$ -萘胺 $\mu\text{g}/\text{克}\cdot\text{小时}$			田间试验 $\mu\text{g}/\text{茎}\cdot\text{小时}$	
	播后28天	播后38天	播后53天	播后84天	播后118天
30	5661.06	9716.51	1222	182100.0	194893.0
20	8285.98	9259.26	2818	199775.0	376522.2
10	8841.46	14688.94	5243	385115.0	385680.3
0	3848.52	4926.11	142682	269888.9	310998.9

注: 用 $\alpha$ -萘胺比色法测定或用伤流液需量法测定

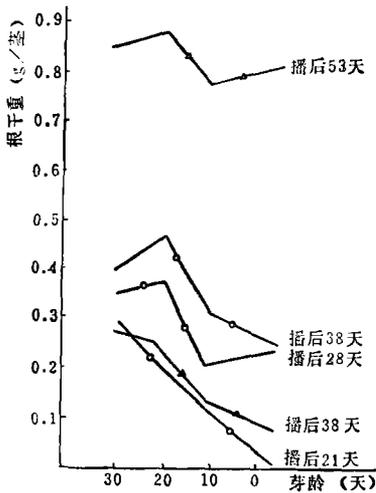


图 2 芽龄与根干重的关系

注: 空心圆田间试验  
○示盆栽试验

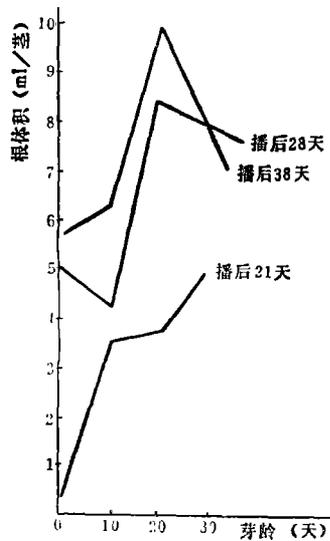


图 3 不同芽龄马铃薯根体积的变化

表 6 不同芽龄种薯对茎数分枝数的影响

	芽 龄 (天)												备注
	盆 栽				1987年田间试验				1988年田间试验				
	30	20	10	0	30	20	10	0	30	20	10	0	
播前>0.5cm芽条数(个/块)	2	2.4	5.4	0	6.7	7.7	6.7	0	7.2	6.3	4.4	0	以生长最旺盛的7~8月的两次分枝来取的平均值
每穴(块)茎数(个/穴)	16	1.4	2.2	2.1	2.4	3.5	2.3	2.5	1.6	1.8	1.4	2.1	
每茎分枝数(个/茎)	/	/	/	/	/	/	/	/	5.1	4.2	5.2	5.0	
茎数占每块茎芽数的%	80	58	41		36	45	34		22	28.5	31.8		

3.3.3 对主茎数和分枝数的影响

表 6 结果表明, 每穴主茎数和每茎的分枝数与种薯芽龄大小没有相关性, 早期萌发的芽条最后成为地上主茎的百分率高。

3.3.4 对植株茎叶生长的影响

不同芽龄种薯对株高的影响只是在生育早期, 表现出株高随着芽龄的增大而增高, 但是随着生育的进程, 芽龄对株高没有明显的影响。芽龄对叶面积的影响, 同样表现出

早期是随芽龄的增大叶面积顺次增高, 到了生育中期, 叶面积并不随芽龄的增大而增大, 至生育后期则是随着芽龄的增大而减少。其中值得注意的是1987年的20天芽龄和1988年35天芽龄, 叶面积高峰期(7月24日和7月26日)均比其它芽龄的高, 这与前面根系生长情况相一致。

种薯芽龄对茎叶比没有显著影响。详见表 7。

表 7 不同芽龄种薯对茎叶生长的影响

	测定日期 日/月	1987年				1988年				
		芽 30	20	10	龄(天) 0	测定日期 月/日	芽 50	35	20	龄(天) 0
株高 (cm)	1/6	9.9	10.9	11.2	3.8	9/6	9.6	8.4	6.2	6.4
	24/7	87.3	95.4	82.0	89.0	26/7	65.1	64.6	65.4	60.0
	1/9	/	/	/	/	10/8	/	/	/	/
叶面积 系数	1/6	0.23	0.19	0.16	0.09	9/6	0.79	0.57	0.39	0.50
	24/7	8.7	10.23	8.8	8.1	26/7	5.32	6.01	5.16	5.25
	1/9	0.38	1.78	1.5	2.2	10/8	1.91	2.20	1.83	2.37
茎/叶	1/6	0.54	0.35	0.42	0.69	9/6	0.65	0.69	0.48	0.63
	24/7	0.92	0.85	0.81	0.98	26/7	0.67	0.9	0.62	0.87
	1/9	3.63	3.31	2.09	2.18	10/8	2.66	1.67	1.89	1.87

3.3.5 不同芽龄种薯对植株硝酸还原酶活性及叶绿素含量的影响

硝酸还原酶是植株氮素代谢中的关键酶, 与作物吸收能力大小密切相关, 也是植

株生理活性高低的重要指标。

表 8 结果表明了硝酸还原酶活性, 各芽龄均在 7 月份最高。前期和后期都较低。这与前面茎叶生长总规律相一致。但各时期硝

表 8 不同种薯植株硝酸还原酶活性\*  
( $\text{NaNO}_2 \mu\text{g}/\text{h}\cdot\text{g}$ )

芽龄 (天)	日 期 (日/月)			
	30/6	13/7	21/7	8/8
30	285.2	397.5	352	292.5
20	317.2	425	325.4	280.6
10	320	450	322.7	277
0	372	398	369.7	208.4

\* 此为1987年试验数据

酸还原酶活性与芽龄大小无明显的相关性。

表 9 表明, 不同芽龄植株叶片叶绿素含量随芽龄的减小而增加。叶绿素含量是光合能力大小的重要指标。这一结果表明, 芽龄小的具有较高的光合潜力。

表 9 不同芽龄种薯植株叶片叶绿素  
百 分 含 量

测定日期 日/月	芽 龄 (天)			
	30	20	10	0
21/7	3.42	4.09	4.61	4.15
8/8	3.69	3.79	4.23	4.69

### 3.3.6 不同芽龄种薯对产量形成的影响

从表10、表11结果表明, 产量形成是随着芽龄的增大而提早。生育早期块茎产量和大中薯率干物率均随芽龄的增大而增加, 达显著或极显著差异。但随着生育期的延长, 到生育后期, 则是0天芽龄为最高。各芽龄间已没有显著差异。这一结果与刘梦芸、门福义等老大薯和嫩小薯试验结果相一致<sup>[3]</sup>。单株结薯数与芽龄没有明显的相关, 但20天芽龄与35天芽龄的结薯数为最高。

## 4 讨 论

a. 1987年30天芽龄和1988年50天芽龄二者相差异20天, 但芽条发育程度基本相同, 都处于花芽分化期。由此可知, 较为稳定的较高温度有加速芽条发育的作用, 而温度变幅较大, 使芽条发育较慢。试验中因没有测定整个萌发期间的积温, 也可能是二者不同积温影响的结果。

b. 从两年结果都可看出, 种薯萌芽数与芽龄大小没有明显关系, 每穴的主茎数也并不随芽龄的增大而增多。这表明, 种薯萌发的芽条数及每个种薯萌发的主茎数并不完全随种薯生理年龄的增大而增多。不过种薯在室内浴光下长时间催芽到一定时间, 就会看到芽条顶部坏死, 而在芽条基部出现大量的侧枝伸长, 但并未看到大量萌芽情况。因此, 用芽条数的多少作为种薯生理年龄现象的顺序, 并不完全可靠。

c. 由于萌芽条件不同, 不同芽龄下获得同一发育程度的芽条这一结果说明: 外界条件虽然复杂多变, 但外界环境的作用在种薯阶段都会反映在芽条的发育程度上, 特别是芽生长锥的分化程度上, 比如室内30天、20天芽龄与温室50天和35天芽龄生长锥分化程度相近, 结果根系、茎叶生长及产量形成规律都相近。因此, 如果用芽条生长锥的分化程度作为当代种薯生理年龄形态指标的度量标准, 可能会更确切地反映种薯的内在发育进程。

d. 1987年从2月22日开始在室温下催芽, 结果表现为: 种薯萌芽数少, 每穴出的茎数相对也少; 而3月22日开始催芽的, 尽管在温度基本相同, 芽龄也相同的条件下, 但每薯萌发的芽数却多, 每穴出的茎数也多, 这一结果表明: 过早地催芽时, 由于种薯尚未完全通过休眠(一般顶芽最先通过休眠)。往往在顶芽通过休眠后, 侧芽尚处休

表 10. 不同芽龄种薯对产量形成的影响

芽龄 (天)	项 目	1987年测定日期 日/月				1988年测定日期 日/月			
		16/6	30/6	24/7	1/9	9/7	26/7	10/8	
30 (50)	块茎重 克/株	35.2	174	553	962	246.2	539	547	
	块茎数 个/株	5.9	4.5	14.5	11.9	8.0	5.1	4.7	
	50克以上块茎%	/	/	46.2	76.6	/	78	97	
	块茎干物质%	13.6	15.02	20.4	21.9	/	16.04	16.81	
20 (35)	块茎重 克/株	24.0	164.5	480	884	202	523	564	
	块茎数 个/株	9.3	5.9	20.2	13.7	7.7	4.8	4.9	
	50克以上块茎%	/	/	34.9	60.8	/	83	97	
	块茎干物质%	15.1	14.9	22.3	23.5	/	16.42	16.93	
10 (20)	块茎重 克/株	14.7	26.3	429	832	108	397	529	
	块茎数 个/株	8.0	2.5	12.9	12.8	6.2	4.0	4.5	
	50克以上块茎%	/	/	32.9	62.9	/	74	92.6	
	块茎干物质%	14.3	13.6	22.0	24.7	/	15.78	16.93	
0 (9)	块茎重 克/株	0.24	125	317	1224	86.8	432	650	
	块茎数 个/株	1.2	4.2	11.5	11.1	8.6	4.5	4.8	
	50克以上块茎%	/	/	30	77.3	/	70.6	98	
	块茎干物质%	14.0	13.0	19.7	22.9	/	16.52	18.36	

表 11 不同芽龄种薯块茎产量差异显著性

芽龄 (天)	克/株	1987年												1988年											
		7月24日				9月1日				7月9日				7月26日				8月10日							
		30	20	10	0	30	20	10	0	50	35	20	0	50	35	20	0	35	50	20					
显著	克/株	480	429	317	1224	962	884	832	246.2	202	108.0	86.8	539	523	432	397	650	564	547	517					
性	0.05	a	b	c	a	ab	ab	b	a	a	b	c	a	ab	bc	c	a	ab	ab	b					
检验	0.01	A	AB	B	A	A	A	A	A	A	BC	C	A	AB	AB	B	A	A	A	A					

眠状态。因此表现出顶端优势更强, 抑制了侧芽的萌发。从而造成了过早催芽萌芽少的结果。晚期催芽因种薯各部位的芽眼都已通过休眠, 顶端优势减弱, 因此萌芽数多, 出的主茎数也多。

e. 不同芽龄对根系和茎叶生长影响的结果表明: 芽生长锥处于伸长期(1987年20天芽龄和1988年35天芽龄)的根重、根体积、叶片生长量、叶面积均比其它芽龄高。直至最后, 仅仅次于0天芽龄的。由此可以认为, 用芽生长锥处于伸长期的种薯作种, 有促进营养器官生长的作用。

f. 芽生长锥处于花芽分化期的种薯(1987年30天芽龄, 1988年50天芽龄)表现出各生育时期根系吸收活力低, 叶片叶绿素含量少, 叶片生长量少, 叶面积下降迅速等, 这表明芽生长锥处于花芽分化期的种薯有衰老表现, 而其它几期芽龄生理机能的

差异并不十分明显。

g. 块茎产量形成和最后产量结果表明: 芽生长锥分化程度愈高, 产量形成愈早, 提早收获的增产效果愈明显, 特别是对中晚熟品种的晋薯2号效果尤其显著。但晚收的情况下则以没有萌芽即芽生长锥尚处未伸长期时的种薯产量最高。

h. 硝酸还原酶活性测定结果表明: 硝酸还原酶活性大小的变化并不与植株生理兴衰的表现相一致。

### 参 考 文 献

- 1 (英)P·M·哈里斯, 翁先明, 田玉丰等译, 改良马铃薯基础, 农业出版社, 1984
- 2 翁先明, 试论马铃薯的生理年龄, 国外农学—杂粮作物, 1981, 4
- 3 刘梦岩, 白润义, 马铃薯种薯生理特性研究, 中国农业科学, 1985, 1

## THE INVESTIGATION OF PHYSIOLOGICAL EFFECT ON THE POTATO SEED TUBER OF DIFFERENT BUD-AGE

Liu Mengyan, Men Fuyi, Cheng Huijuan,

Guo Shiying and Li Shi

(Inner Mongolia College of Agriculture and Animal Husbandry, Hohhot)

### ABSTRACT

The physiological-age of the seed tuber are influenced by the bud-age of potato seed tuber (the sprouting time of seed tuber). According to the anatomical studies of the seed tuber budding during different bud-age, physiological changes of the seed tuber, plant performance and yield formation. The result indicated that the developmental degree of budding and the differentiation degree of vegetative cone of budding are positive correlation to the bud-age. The physiological change in the seed tuber, development of the plant, the change of function of physiology and yield form outstanding correlation to the degree of seed tuber

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>[5,6]</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-Renaschler 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.