

中图分类号：S532；S141 文献标识码：B 文章编号：1672-3635(2013)05-0293-05

基施有机肥对马铃薯原种生产及二次结薯的影响

吴玉红，刘 勇，郝兴顺*，付伟伟，陈 进，李小安，李元福

(汉中市农业科学研究所，陕西 汉中 723000)

摘 要：以早熟马铃薯‘早大白’为供试品种，在防虫温室内进行了有机肥对脱毒马铃薯试管苗生长及二次结薯影响的试验，旨在探索提高微型薯产量及试管苗利用率的途径。试管苗移栽 70 d 后收获微型薯并尽量保护好根系，继续使其结薯，进行多次收获。结果表明：多次收获微型薯的产量远高于一次性收获的微型薯产量，因此二次结薯可大大提高试管苗的生产效率。全部追施处理二次结薯单株结薯 2.3 粒，而基施有机肥 33 kg/667 m² 条件下单株结薯 3.8 粒，因此基施有机肥有利于试管苗的生长。

关键词：微型薯；有机肥；二次结薯

Effect of Basal Application of Organic Fertilizer on Minutuber Production and Yield of Second Harvest

WU Yuhong, LIU Yong, HAO Xingshun*, FU Weiwei, CHEN Jin, LI Xiaolan, LI Yuanfu

(Hanzhong Agricultural Research Institute, Hanzhong, Shaanxi 723000, China)

Abstract: Plantlets *in vitro* was transplanted into an insect-proof greenhouse to produce minitubers in order to find the method of increasing minituber yield and utilization rate of the plantlets *in vitro*. The early maturing potato variety 'Zaodabai' was used to investigate the effects of basal application of organic fertilizer on the minituber production and yields of second harvest. The minitubers were harvested 70 d after transplantation and the root was protected for the second harvest in order to solve the problem of high cost of minituber production due to low propagation coefficient. The results indicated that the treatment of basal organic fertilizer increased the tuber per plant and the yield of second harvest was higher than disposable harvest, therefore, increasing the production efficiency. The tuber set per plant was 2.3 in the treatment of total additional fertilizer and was 3.8 when organic fertilizer was applied at a rate of 33 kg/667 m² as basal fertilizer, so basal organic fertilizer was beneficial to the growth of plantlets *in vitro* transplanted.

Key Words: minituber; organic fertilizer; second harvest

目前国内外马铃薯微型薯生产上较多的应用蛭石，珍珠岩等质地轻、透气性好的无机基质做为基质材料，但是无机基质通常基本不含营养物质，没有生物活性，缓冲能力较差，营养供给全靠后期的营养浇灌，所以普遍存在苗期营养供给不足，出现因单株结薯较少，而不能用于生产的问题^[1-3]，而有机肥含有丰富的营养成分，具有较

强的缓冲能力。马铃薯脱毒试管苗生产因生产条件及技术要求严格，无法直接大田栽培而造成成本较高，且单株结薯较低，致使脱毒试管苗利用率较低，因而微型薯价格较高，不利于脱毒种薯的推广^[4]。因此，为了提高试管苗的利用率，相关研究^[5, 6]表明，马铃薯脱毒试管苗二次结薯可以大大提高试管苗的利用率。

收稿日期：2013-09-05

基金项目：陕西省农业厅高产创建项目。

作者简介：吴玉红(1983-)，女，硕士，农艺师，主要从事脱毒马铃薯组培及扩繁技术研究。

* 通信作者(Corresponding author)：郝兴顺，高级农艺师，主要从事马铃薯栽培技术研究，E-mail: 372770515@qq.com。

二次结薯是指脱毒试管苗在防虫温室内生产一茬微型薯后, 尽量保护好根系, 再使其在网棚内继续生长, 生产微型薯, 其理论根据是马铃薯块茎由匍匐茎尖发育而成, 且匍匐茎可以在主茎任何节位上形成^[7]。徐邦会等^[5]在脱毒试管苗二次利用上做了初步研究, 结果表明, 二次结薯量可观, 其产量至少可使播种面积扩大 10 倍, 可以大大提高脱毒试管苗的利用率。张建军^[6]进行了不同品种的试管苗二次结薯研究, 结果表明, 二次结薯量很可观, 且品种间差异显著。马铃薯栽培中有机肥有利于提高商品薯率, 是稳定商品率的关键因素^[8-10], 但试管苗栽培中使用有机肥的相关研究鲜见报道, 因此我们探讨了基施有机肥对马铃薯脱毒试管苗生长的影响, 并调查了二次结薯情况。本研究以早熟品种‘早大白’为供试材料, 在防虫温室进行微型薯生产, 当微型薯到了成熟期, 先将大于 2 g 的微型薯摘取之后, 尽量保护好根系, 使 2 g 以下微型薯继续生长或使试管苗继续结薯, 以期大大提高脱毒试管苗的利用率。探讨有机肥对试管苗生产的影响的同时调查试管苗二次结薯情况, 为提高微型薯的产量及试管苗利用率提供生产指导。

1 材料与方法

1.1 试验材料

以陕西省汉中市农业科学研究所组培中心通过茎尖剥离获得的马铃薯品种‘早大白’脱毒试管苗及原原种为供试材料。

1.2 试验地概况

2012 年试验在汉中市农业科学研究所院内的日光温室进行, 温室内设专用水泥槽畦并覆盖网纱防

虫。挑选苗龄 40 d 左右, 长势均匀的脱毒试管苗, 打开瓶盖在室内加水炼苗 4 d, 将根部培养基冲洗干净后进行移栽。栽培基质为蛭石, 基质厚度 10 cm。移栽密度 10 cm×5 cm。

1.3 试验设计

试验用有机肥为商品有机肥, 粉末状, 密度 0.5 g/cm³, 有机质含量≥45%, N+P+K≥6%, 尿素(含 N 量 46%), 硫酸钾为化学纯试剂。有机肥做基肥在移栽前 1 周 1 次施入, 追肥采用液体浇灌。试验采用随机区组设计, 具体处理见表 1, 小区面积 2 m², 共 8 行, 每行 24 株, 重复 3 次。

1.4 试管苗的管理

病虫害防治: 试管苗移栽前 1 周对大棚进行彻底消毒, 用 1%高锰酸钾和 0.125%甲醛进行喷雾。移栽后 15 d 开始喷施 500 倍液的 80%代森锰锌可湿性粉剂, 每隔 7~10 d 喷 1 次, 连喷 4 次。

水分管理: 试管苗移栽后要保证基质水分充足, 缓苗期 2~3 d 浇 1 次水, 缓苗期过后每周 1 次, 时间在早晨或傍晚, 对水分的补充一直持续到收获前 15 d。

3 月 19 日移栽试管苗, 移栽前施有机肥并浇水, 4 天以后移栽。

4 月 20 日播种微型薯, 6 月 18 日每个处理喷 10 g KH₂PO₄(化学纯)。

1.5 测定项目与方法

分别测定第一次及二次结薯时单位面积产量(kg/m²), 单位面积结薯数(粒/m²), 平均单株结薯数(粒/株), 平均单薯重(g), 并依据质量分为>10 g, 5~10 g, 2~5 g, 1~2 g, <1 g 共 5 个等级, 分别记录各等级单位面积产量, 单位面积结薯数。

表 1 试验设计
Table 1 Experiment design

研究对象 Item	试验代码 Code	有机肥用量(kg/m ²) Organic fertilizer	追肥用量 Topdressing fertilizer	试验描述 Description
试管苗 Plantlet <i>in vitro</i>	T1	0	尿素 46 g, 硫酸钾 14 g	4 月 13 日追施尿素 23 g, K ₂ SO ₄ 7 g 5 月 31 日追施尿素 23 g, K ₂ SO ₄ 7 g
	T2	0.05	尿素 25 g	4 月 13 日追施尿素 15 g 5 月 31 日追施尿素 10 g
原原种 Minituber	T3	0.10		4 月 20 日播种微型薯,
	T4	0.15		6 月 18 日喷施 KH ₂ PO ₄ 10 g

2 结果与分析

2.1 不同处理对试管苗二次结薯的影响

试管苗移栽 70 d 后进行第一次采收。表 2 表明，T2 处理单位面积结薯是 T1 处理的 2.3 倍，且 T2 与 T1 相比，>10 g 的比例较大而 <1 g 的比例较小，可见基施有机肥有利于保证前期养分需求，利于提前结薯。第一次采收时尽量保护其根系免受损坏随后进行第一次追肥；第一次采摘间隔 15 d 后，进行第二次采摘，第二次采摘时，T2 与 T1 单位面积结薯均较少且差异不大，<1 g 所占比例小，此时距第一次采收时间较短根系尚在恢复中，结薯能力差，这说明新形成的块茎较少且尚未充分膨大，较大块茎主要是由第一次收获后未脱落的小块茎膨大形成的；移栽 111 d 后(距第二次采收 26 d)进行第三次采摘，此时>5 g 的微型薯比例较小，<5 g 的比例较大，说明此时根系恢复较好，结薯能力恢复并

有加强的趋势；移栽 131 d(距第三次采收 20 d)后全部收获，第四次采收 T2 处理结薯较高，说明基施有机肥有利于根系的恢复及生长。

多次采收方式与一次性采收方式相比，多次采收单位面积结薯较多，试管苗利用率较高。一次性收获>10 g 的所占比例较大，<1 g 的比例较小，多次采收 2~10 g 占 60%以上，一次性收获占 54.3%，可见多次采收方式商品率较高，经济效益好。

一次性收获<1 g 的比例较小，仅占 3.1%，这可能是因为‘早大白’属早熟品种，在研究区生育期在 70 d 左右，而 110 d 左右的生长期植株机体功能已进入衰老阶段，结薯能力较差，因此早熟品种一次性收获生长期不宜太长，这会因管理成本过高而影响微型薯的商品价值。第三次采摘与一次性收获相比，二者均是在移栽 111 d 后进行采收，相同的生长期，第三次采摘<2 g 所占比例远远大于一次性收获时的比例，说明多次采收可延缓植株的衰

表 2 不同采摘次数对试管苗单位面积结薯及产量的影响

Table 2 Effects of different harvesting times on number and yield of per unit area of different classification standards

采摘时间 (D/M) Harvesting	处 理 Treat- ment	分级标准 Classification standard										总计 Total	
		>10 g		5~10 g		2~5 g		1~2 g		<1 g		结薯 (粒) No.	产量 (kg) Yield
		结薯 (粒)	比例 (%)	结薯 (粒)	比例 (%)	结薯 (粒)	比例 (%)	结薯 (粒)	比例 (%)	结薯 (粒)	比例 (%)		
		No.	Percentage	No.	Percentage	No.	Percentage	No.	Percentage	No.	Percentage		
第一次采摘 29/05 First harvesting	T1	3	2.2	16	11.7	82	59.9	20	14.6	15	10.9	137	0.48
	T2	25	8.0	76	24.3	167	53.4	25	8.0	21	6.7	313	1.63
第二次采摘 14/06 Second harvesting	T1	4	7.8	7	13.0	29	57.1	10	18.8	2	3.2	51	0.23
	T2	5	6.7	14	18.8	40	53.4	13	17.0	3	4.0	74	0.37
第三次采摘 10/07 Third harvesting	T1	10	4.7	12	5.9	80	39.1	50	24.5	53	25.8	204	0.65
	T2	10	5.7	11	6.4	72	40.8	38	21.7	45	25.3	176	0.60
第四次采摘 30/07 Fourth harvesting	T1	1	1.8	2	3.6	24	42.9	9	16.1	20	35.7	56	0.14
	T2	8	5.0	8	5.0	16	28.9	21	13.2	76	47.8	159	0.46
合 计 Total	T1	18	3.9	37	8.2	215	55.0	89	19.8	89	20.0	447	1.49
	T2	48	6.6	109	15.1	325	44.9	97	13.4	145	20.0	724	3.06
一次性收获 30/07 Disposable harvesting	CK	76	26.7	40	15.5	100	38.8	34	13.2	8	3.1	258	2.23

老，更加有利于激发和促进根系结薯能力。

图 1 表明，不同处理二次结薯对试管苗微型薯产量的贡献差异较大，T1 处理第三次采摘对其产量的贡献最大，其次为第一次采摘贡献较大，T2

处理第一次采摘对产量的贡献最大，就本次试验而言，二者结薯高峰相差了 40 d，说明不施基肥结薯有滞后现象，很容易出现徒长现象致使产量较低，而基施有机肥则有利于提前结薯，提高微型薯产

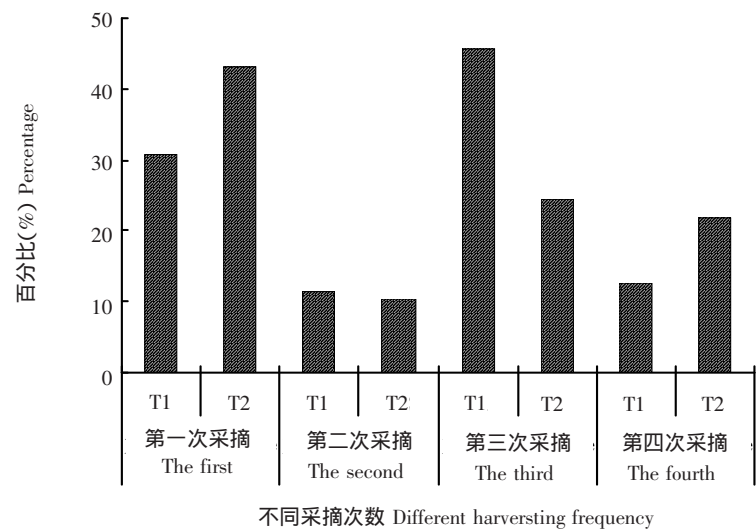


图 1 二次结薯对试管苗生产微型薯的产量贡献

Figure 1 Contribution of second harvest to minituber yield produced by plantlets *in vitro* transplanted

量，第三次和第四次采摘对 T2 处理贡献较大，第二次采摘时 T1 和 T2 均对产量贡献最小，可能主要是因为距离第一次采摘时间较短，根系恢复较差。第四次采摘时，T2 与 T1 相比，T2 处理对产量的贡献较大，这样说明基施有机肥有延缓机体衰老的作用。综上所述，二次采收距离第一次采收间隔 40 d 左右有利于提高微型薯产量。

2.2 不同处理对原原种二次结薯的影响

表 3 表明，微型薯单位面积结薯较低，这可能

主要是因为微型薯播种较晚(4 月 20 日)，生长后期温度较高所致，7 月份大棚内的平均温度在 30℃ 左右，高于马铃薯适宜的结薯温度，这说明微型薯在研究区应适时早播。第一次采摘(7 月 11 日)和第二次采摘(7 月 30 日)，T3 与 T4 相比，两次采摘 T3 处理单位面积结薯均比 T4 处理较多，可见 T4 处理下的有机肥用量对‘早大白’微型薯的生长产生了不利影响，说明有机肥在基质栽培中的使用应注意用量的问题。

表 3 不同采摘次数下原原种单位面积结薯及产量

Table 3 Number and yield of minituber per unit area under different harvesting times

采摘时间 (D/M) Harvesting	处 理 Treat ment	分级标准 Classification standard										总计	Total
		>10 g		5~10 g		2~5 g		1~2 g		<1 g		结薯 (粒) No.	产量 (kg) Yield
		结薯 (粒)	比例 (%)	结薯 (粒)	比例 (%)	结薯 (粒)	比例 (%)	结薯 (粒)	比例 (%)	结薯 (粒)	比例 (%)		
		No.	Percentage	No.	Percentage	No.	Percentage	No.	Percentage	No.	Percentage		
第一次采摘 11/07 First harvesting	T3	29	20.9	24	17.1	70	50.2	13	9.6	3	2.2	139	1.09
	T4	2	4.1	9	18.4	22	44.9	9	18.4	7	14.3	49	0.22
第二次采摘 30/07 Second harvesting	T3	10	7.2	9	6.5	39	27.4	23	16.0	62	42.9	144	0.48
	T4	8	9.6	8	8.8	44	50.6	14	16.1	13	14.9	87	0.45
合 计 Total	T3	39	13.9	33	11.7	109	38.6	36	12.9	65	22.9	282	1.56
	T4	10	7.6	17	12.3	66	48.5	23	16.9	20	14.7	136	0.67

表 4 微型薯、试管苗平均单株结薯及单粒重

Table 4 Minituber number per unit area and mean minituber weight when plantlets *in vitro* and minitubers used as source materials

研究对象 Item	处理 Treatment	单位面积(m ²) Unit area		单位产量(667 m ²) Unit yield		平均单株结薯(粒) No. of per unit area	平均单粒重(g) Minituber weight	商品率(%) Marketable minituber	2~10 g (%)
		结薯(粒) No.	产量(kg) Yield	结薯(粒) No.	产量(kg) Yield				
试管苗	T1	448	1.49	29.9	996.5	2.3	3.3	60.3	56.3
Plantlet <i>in vitro</i>	T2	724	3.06	48.3	2039.9	3.8	4.2	66.6	59.9
微型薯	T3	282	1.56	18.8	1041.8	1.5	8.1	64.2	50.3
Minituber	T4	136	0.67	9.1	447.4	0.7	3.5	68.4	60.8

注：商品率(%)指商品薯的个数占总小区个数的百分比（商品薯为 ≥ 2 g 的微型薯）

Notes: Marketable minituber percentage (%) means the percentage of marketable minituber number in total number (Minituber ≥ 2 g is considered as marketable minituber)

表 4 表明，试管苗平均单株结薯方面，T1 处理 2.3 粒/株，T2 处理 3.8 粒/株，T2 较 T1 高了 1.5 粒。T2 处理平均单株结薯及平均单粒重均高于 T1 处理，商品率及 2~10 g 比例 T2 处理均高于 T1 处理，说明基施有机肥有利于试管苗的生长。微型薯平均单株结薯方面，T3 处理平均单株结薯及平均单粒重均高于 T4 处理，T4 处理中有机肥用量不利于微型薯的生长。

3 讨 论

本试验结果表明基施有机肥有利于提高单株结薯率，有机肥使用量 33 kg/667 m² 时有利于试管苗生长，而 T4 处理条件下有机肥用量 100 kg/667 m² 不利于微型薯生长，本试验只研究并证明了基施有机肥有利于早熟品种‘早大白’试管苗结薯及二次结薯。相关研究指出，马铃薯试管苗二次结薯品种间差异显著，因此针对不同品种，必须进一步研究有机肥基施的最佳施肥量及二次结薯情况。

本试验中采用多次采收的方式，与一次性收获相比，二次结薯量可观，提高了脱毒试管苗的利用率，对推广脱毒种薯具有重要意义，同时也存在诸多问题需进一步探讨。徐邦会等^[5]研究分析指出，脱毒试管苗二次结薯部位通常有两处：一是第一次收获时形成微型薯的部位仍可产生匍匐茎，形成大薯，且数量并不受收获微型薯的影响；二是植株根系恢复活力后在接近地表、透气性较好的部位可形

成大量新块茎，为此第一次收获时间及二次收获的时间间隔确定是今后研究的重点。科学的采摘方法与移植方法，是降低植株根部损坏，提高成活率的关键所在，而提高成活率以及科学的田间管理是提高二次结薯量的关键，这方面的工作需做进一步深入的研究。

[参 考 文 献]

- [1] 胡振兴, 李薇, 张玲, 等. 脱毒马铃薯试管苗栽培基质的优化比较试验 [J]. 中国马铃薯, 2007, 21(4): 219–220.
- [2] 王继平. 不同培养基质对试管马铃薯结薯数量的影响研究 [J]. 南方农业, 2011, 10(5): 38–39.
- [3] 彭慧元, 李标, 孙伟, 等. 马铃薯营养特性及施肥技术研究现状 [J]. 河北农业科学, 2009, 13(11): 37–38.
- [4] 胡建军, 何卫, 王克秀, 等. 马铃薯脱毒种薯快繁技术及其数量经济关系研究 [J]. 西南农业学报, 2008, 21(3): 737–740.
- [5] 徐邦会, 阎珺, 董雪华. 马铃薯脱毒试管苗二次结薯的产量试验 [J]. 中国马铃薯, 2011, 25(2): 115–116.
- [6] 张建军. 马铃薯脱毒试管苗二次结薯量的试验研究 [J]. 中国马铃薯, 2005, 19(3): 156–157.
- [7] 田宏先, 孙振, 崔林, 等. 马铃薯脱毒扦插苗的网棚生产技术 [J]. 中国马铃薯, 2001, 15(2): 99–100.
- [8] 乔海明, 李秀明, 米君, 等. 土壤养分因子与马铃薯产量和商品薯率相关及通径分析 [J]. 马铃薯杂志, 1996, 10(2): 96–100.
- [9] 穆俊祥, 曹兴明, 弓建国, 等. 有机肥和氮磷钾肥配施对马铃薯产量和品质的影响 [J]. 石河子大学学报: 自然科学版, 2009, 27(4): 428–432.
- [10] 郑元红, 胡 辉, 潘国元, 等. 有机肥与化肥对脱毒马铃薯补钾效果的研究 [J]. 土壤肥料, 2006, 20(1): 24–27.