

中图分类号: S532 文献标识码: B 文章编号: 1672-3635 (2012) 06-0353-04

土壤肥料

氮肥基追肥比例对马铃薯微型薯生产的影响

吴玉红, 郝兴顺*, 陈 进, 刘 勇, 付伟伟, 魏 玲, 李小安, 吴军舰, 李元福

(汉中市农业科学研究所, 陕西 汉中 723000)

摘 要: 为探讨马铃薯微型薯合理的氮肥施肥方式, 以‘早大白’马铃薯脱毒试管苗为材料, 在温室内进行了氮肥不同基施和追施比例对马铃薯微型薯生产影响的试验。结果表明: 在施氮肥量为纯氮 105 kg/hm^2 条件下, 单株结薯方面, 基追比为 5:2 时, 单株结薯最多, 全部做基肥的处理, 单株结薯最低; 单粒重方面, 基追比为 2:1 时, 单粒重最大, 全部追肥的处理最低。可见氮肥基施和追施配合有利于提高单株结薯率及平均单粒重。因此, 微型薯生产重视氮肥基施同时配合追施比较符合移栽的试管苗对氮肥的吸收规律。

关键词: 微型薯; 基追比; 单粒重; 单株结薯

Effects of Ratio of Basal and Additional Application of Nitrogen Fertilizer on Minituber Production

WU Yuhong, HAO Xingshun*, CHEN Jin, LIU Yong, FU Weiwei, Wei Ling, Li Xiaolan, Wu Junjian, LI Yuanfu

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

Abstract: To investigate the effects of basal and additional nitrogen (N) fertilizer application on the yield of potato minituber, the experiment was carried out in a greenhouse, using *in vitro* plantlets of 'Zaodabai' as the test material. With a rate of 105 kg N/ha application, the tuber set per plant was the highest in the treatment of ratio of basal and additional fertilizer being 5:2, while the tuber set per plant was the lowest in the treatment using all of N fertilizer as basal fertilizer. The treatment of basal and additional N fertilizer in 2:1 gave the highest tuber weight, while N fertilizer when used all as additional fertilizer produced smallest tubers. These results suggested that combination of basal and additional N fertilizer application could improve the plant tuber set and the tuber weight per plant. Therefore, basal N fertilizer combined with additional N fertilizer could meet N absorption pattern of plantlets transplanted and should be a reasonable N fertilizer application strategy for the production of minituber.

Key Words: minituber; ratio of basal and additional fertilizer; tuber weight; tuber set

目前马铃薯脱毒试管苗无土栽培生产中微型薯一般采用结构疏松、透气性较好的蛭石、珍珠岩、粗砂等作基质^[1-6], 但这些基质自身基本不含养分, 试管苗所需营养需靠后期喷施供给, 所以易出现苗期营养供给不足的现象, 进而影响单株结薯及单粒重。相关研究表明^[3-5], 单位叶面积的含氮量与叶片的光合功能呈线性相关, 且马铃薯生育前期地上部与地下块茎氮浓度均较高, 因此, 要获得高产, 必须保证生育早期有较充足的 N 素供应, 以满足叶片

生长和地上茎及块茎对 N 素的需求。为此, 汉中市农业科学研究所研究了氮肥不同基施和追施比例对脱毒试管苗微型薯形成及产量构成的影响, 旨在探索马铃薯微型薯合理的氮肥施肥方式。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验以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早熟品种‘早大白’脱毒试管苗

收稿日期: 2012-06-26

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的研究, E-mail: 372770515@qq.com。

为供试材料。

1.2 试验时间及地点

试验在陕西省汉中市农业科学研究所院内的日光温室进行，温室内为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 3 d，2011 年 3 月 28 日将根部培养基冲洗干净后进行移栽。2011 年 6 月 9 日收获。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

氮：磷：钾 = 2.5：1：4.5，磷肥做基肥一次性撒施施入；钾肥施肥方式分为基肥和追肥，钾肥基追比设为 1：4，追肥的用量比例为 1：2：1：1，分别在移栽 20 d，30 d，40 d，55 d 后追施。基肥均在移栽前一周一次次性撒施施入，追肥采用液体浇灌。氮肥施肥方式分为基肥和追肥，追肥分现蕾期和块茎膨大期（1：1）施入，氮肥的基追比设：①全部做基肥（T1）；②全部做追肥（T2）；③基追比=1：2（T3）；④基追比=5：3（T4）；⑤基追比=5：2（T5）；⑥基追比=2：1（T6）。

氮肥用量纯氮为 105 kg/hm²，磷肥用量纯磷 42 kg/hm²，钾肥用量纯钾 189 kg/hm²（纯氮每平方米 10.5 g，纯磷 4.2 g，纯钾 18.9 g），试验中氮肥品种为尿素（含氮量 46 %），磷肥使用普钙（P₂O₅ 含量

13 %），钾肥使用化学纯的硫酸钾（K₂O 含量 67 %）。尿素每平方米 22.8 g，普钙每平方米 32.3 g，硫酸钾每平方米 28.1 g（表 1）。

试验采用随机区组试验设计，小区面积 2 m²，每平方米 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 400~600 倍液的代森锰锌 80% 可湿性粉剂，每隔 7~10 d 喷 1 次，连喷 3 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。

1.5 测定项目与方法

测定单位面积产量（kg/m²），单位面积结薯（粒/m²），平均单株结薯（粒/株），平均单薯重 Q，并依据质量分为 >10 g，5~10 g，2~5 g，<2 g 四个等级，分别测定单位面积产量及单位面积结薯。

1.6 数据处理

利用 DPS 3.01 软件进行数据方差分析，采用 LSD 进行多重比较，同时利用 Microsoft Excel 软件进行相关分析，在 Excel 中通过矩阵运算进行途径分析。

表 1 试验设计
Table 1 Experiment design (g/m)

处 理 Treatment	总氮用量 Total N	磷用量 Total P	钾肥用量 Total K	氮肥基肥用量 Base fertilizer of N	现蕾期追施用量 Additional fertilizer in bud period	块茎膨大期用量 Additional fertilizer in tuber bulking period
T1	22.8	32.3	28.1	22.8	0	0
T2	22.8	32.3	28.1	0	11.4	11.4
T3	22.8	32.3	28.1	7.4	7.7	7.7
T4	22.8	32.3	28.1	14.3	4.3	4.3
T5	22.8	32.3	28.1	16.3	3.3	3.3
T6	22.8	32.3	28.1	15.2	3.8	3.8

2 结果与分析

2.1 不同施氮方式对各级微型薯产量的影响

表 2 中单位面积产量 T6 处理，略高于 T5 处理，而显著高于其他处理，可能主要是因为 T6 处理优势在于增加 >10 g 的单位面积产量。T2 处理最低，T1 处理次低，T1 与 T2 相比，T1 处理即基

肥有利于 5 g 以上微型薯产量的增加，而追肥处理 5 g 以下产量较高。说明基肥有利于保证前期养分需求，而后期结薯能力降低；追肥的优势则在于满足后期养分的需求而有利于后期结薯能力的提高。由此可见氮肥全部基施或是追施均不能平衡整个生育期试管苗对氮素需求，而基施配合追施有利于提高单位面积产量。

表 2 不同施氮方式下各级微型薯的单位面积产量

Table 2 Yield per unit area of different classification standards under different N fertilizer applications

处 理 Treatment	分级标准 Classification standard				单位面积产量 Yield per unit area (kg/m ²)
	>10 g	5~10 g	2~5 g	<2 g	
T1	0.418 bc	0.528 ab	0.248 b	0.042 b	1.235 b
T2	0.343 c	0.433 bc	0.348 a	0.059 a	1.182 b
T3	0.518 ab	0.453 abc	0.305 ab	0.050 ab	1.325 b
T4	0.620 a	0.350 c	0.283 ab	0.059 a	1.311 b
T5	0.388 bc	0.578 a	0.365 a	0.048 a	1.378 ab
T6	0.608 a	0.573 a	0.330 ab	0.050 ab	1.560 a

注：小写字母表示差异显著性 *LSD* 法 ($p < 0.05$)，下同。

Note: Different letters in the same column mean significance at 0.05 level of probability using *LSD* method. The same below.

2.2 不同处理对各级微型薯结薯的影响

表 3 表明，单位面积结薯 T1 处理最低，T5 和 T6 处理较高，且均显著高于其他处理，而其他处理间差异不显著。T6 处理显著提高 >10 g 及 5~10 g 的结薯粒数，T5 显著提高 2~5 g。T6 处理显著降低 <2 g 结薯粒数。T2 处理 <2 g 结薯较多，可能是因为

前期养分不足结薯较少，后期养分供给充足结薯能力增加。

所有处理中 2~5 g 所占比例较大 (表 3)，均在 36% 左右，<2 g 所占比例除 T6 处理较低外，其他处理均在 20%，可见生育前期与后期对氮素的需求较为敏感。

表 3 不同施氮方式下各级微型薯单位面积结薯

Table 3 Number of minituber per unit area under different N fertilizer applications

处 理 Treatment	分级标准 Classification standard								单位面积结薯 No. of minituber per unit area
	>10 g		5~10 g		2~5 g		<2 g		
	结薯 No. of minituber	比例 (%) Percentage	结薯 No. of minituber	比例 (%) Percentage	结薯 No. of minituber	比例 (%) Percentage	结薯 No. of minituber	比例 (%) Percentage	
T1	30 b	13	73 ab	33	80 c	36	42 ab	19	224 b
T2	23 b	10	59 ab	25	100 ab	43	52 a	22	234 b
T3	34 ab	15	63 ab	28	89 abc	39	44 ab	19	229 b
T4	42 a	18	53 b	23	84 bc	37	52 a	23	230 b
T5	29 b	11	82 a	31	103 a	39	49 ab	19	262 a
T6	44 a	17	82 a	32	92 abc	36	39 b	15	256 a

通径分析结果表明 (表 4)：各分级中 5~10 g 直接通径系数最大，且为正值，>10 g 通径系数虽为正值但系数较小而难以起较大的作用，因此 5~10 g 对产量有较大的直接贡献作用。各级微型薯结薯对产量的总影响来看，5~10 g 的影响最大，其次是 >10 g，2 g 以下的影响最小。因此，在生产上增加 5~10 g 的微型薯有利于产量的增加。

2.3 不同施氮方式对平均单粒重及单株结薯的影响

单粒重不仅对微型薯产量有影响，同时是衡量马铃薯原原种是否具有商品价值的重要指标，只有

大于 1 g 的微型薯才具有商品价值。

图 1 表明，微型薯平均单粒重 5.0 g 以上，T6 处理单粒重最大，T2 处理最低。可见氮肥做基肥或是追肥单粒重较小，因此，氮肥基施和追施配合有利于提高平均单粒重。

单株结薯率是产量的重要构成因素之一，直接影响单位面积产量和总产量。

由图 2 可见，T5 处理单株结薯最多，T1 处理单株结薯最低，说明氮肥只做基肥马铃薯结薯能力差，因此基肥和追肥配施有利于提高单株结薯率。

表 4 各级微型薯结薯与产量的通径分析
Table 4 Path analysis of minituber classifications on yield

通径 Path analysis	x_i 对 y 直接作用 Direct effect of x_i on y	x_i 通过 x_j 对 y (产量) 的间接作用 Indirect effect of x_i on yield by x_j				x_i 对 y 的总影响 Overall impact of x_i on y
		x_1 ($>10g$)	x_2 ($5\sim10g$)	x_3 ($2\sim5g$)	x_4 ($<2g$)	
$x_1 \rightarrow y$	0.160	—	0.0800	0.0340	0.0210	0.2953
$x_2 \rightarrow y$	0.747	0.0172	—	-0.0008	0.0361	0.7996
$x_3 \rightarrow y$	-0.095	-0.0577	0.0062	—	-0.0296	-0.1756
$x_4 \rightarrow y$	-0.072	-0.0470	-0.3757	-0.0389	—	-0.5334

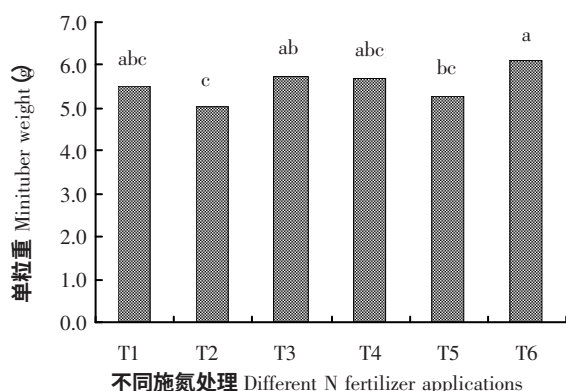


图 1 不同施氮方式对平均单粒重的影响

Figure 1 Effects of different N fertilizer applications on minituber weight

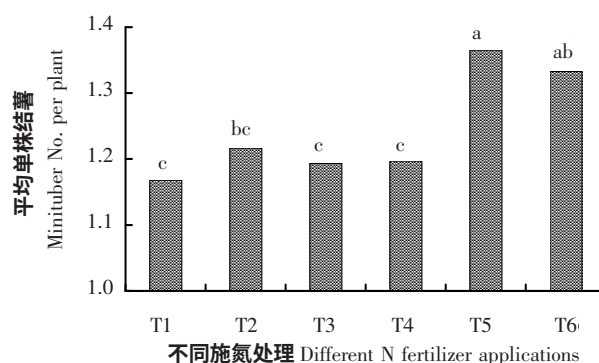


图 2 不同施氮方式对单株结薯的影响

Figure 2 Effects of different N fertilizer applications on minituber number per plant

3 讨 论

马铃薯试管苗的无土栽培中由于栽培基质自身基本不含养分且缓冲能力较差，通常易出现黄化苗或烧苗的现象，因此，基肥既是苗期养分的保障，同时要注意施肥量的控制。试验结果表明，单位面积产量方面氮肥全做追肥的处理最低，全做基肥的处理次低，这主要是因为氮肥仅追施，由于缺乏底肥使得苗期养分供给不足不利于地上部分的生长。相关研究^[45]认为，氮素在叶片中的分配率以苗期为最高，且主要作用是光合系统的建成，同时氮肥仅基施可能会导致后期养分供给不足，因为块茎形成期及增长期，氮素在块茎中的分配率一直呈上升趋势，氮素的主要作用在于块茎的建成和营养的贮存，因此，后期追施氮肥有利于块茎的增长。可见氮肥全部基施或是追施均不能平衡整个生育期试管苗对氮素需求。

单株结薯率是影响微型薯产量的主要因素，本试验中平均单株结薯在 1.2~1.4 之间，平均单株结薯较小，但是平均单粒重较大，因此，在提高结薯率

的同时调控 1~5 g 微型薯的数量对于提高扩繁系数及经济效益具有重要意义，但由于基质结构不同于土壤，植物对水分和养分的吸收利用以及植物根系对营养和水分的吸收过程均不同于土壤，因此今后深入研究微型薯无土栽培中根际营养和根际微生物，以及根系分泌物如何调节植物生长对提高原种扩繁系数具有重要意义。

[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] 郑丕尧. 作物生理学导论[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1992: 80-95.
- [4] 张宝林, 高聚林, 刘克礼, 等. 马铃薯氮素的吸收、积累和分配规律[J]. 中国马铃薯, 2003, 17(4): 193-198.
- [5] 苏小娟, 王平, 刘淑英, 等. 施肥对定西地区马铃薯养分吸收动态、产量和品质的影响[J]. 西北农业学报, 2010, 19(1): 86-91.
- [6] 李霞, 吕国华, 孟胜. 基质开发的研究现状、存在问题及发展趋势[J]. 安徽农学通报, 2005, 11(7): 28-29.