

中图分类号: S532 文献标识码: B 文章编号: 1672-3635(2013)02-0072-04

蔗糖浓度及苗龄对马铃薯新品种 ‘丽薯 6 号’试管薯诱导的效果

李婉琳, 郭华春*, 彭 丽, 杨亚岚

(云南农业大学农学与生物技术学院薯类作物研究所, 云南 昆明 650201)

摘 要: 马铃薯试管薯诱导技术因其能有效加快脱毒马铃薯繁殖, 缩短种薯生产周期, 使种薯工厂化生产成为可能而受到重视。本研究以不同苗龄的高产抗病新品种‘丽薯 6 号’脱毒苗为试验材料, 在马铃薯适宜的 8%~12% 蔗糖浓度诱导区间内使用不同浓度的蔗糖诱导试管薯, 探求其最适蔗糖浓度并观察苗龄对试管薯形成的影响, 旨在花费更少的成本和较短时间内诱导大量的试管薯, 以便于建立原原种高效生产体系。综合分析单株结薯数及单株结薯速率, 结果表明: ‘丽薯 6 号’诱导试管薯的最适苗龄为 80 d, 最适蔗糖浓度为 10%。在此处理下单株结薯数最多, 且结薯最早, 生产效率高于其他处理。

关键词: 马铃薯; 试管薯; 蔗糖; 苗龄

Effects of Sucrose Concentration and Seedling Age on Potato New Variety 'Lishu 6' Microtuber Induction *in vitro*

LI Wanlin, GUO Huachun*, PENG Li, YANG Yalan

(Root and Tuber Crops Research Institute, Yunnan Agricultural University, Kunming, Yunnan 650201, China)

Abstract: As an efficient method to increase virus-free potato production and reduce the production period of potato seed, microtuber induction technique has received more attention. Virus-free potato seedlings of 'Lishu 6' in different seedling ages were used to induce microtubers. Various sucrose conditions (8% - 12%), which was considered to be suitable for microtuber induction, were used to explore the most appropriate induction condition. The effects of different sucrose conditions and seedling ages on potato microtuber induction were studied in order to build high production system of breeder seed. The results indicated that medium with 10% sucrose combined with 80 days of seedling age was the best condition in inducing microtubers of 'Lishu 6'. Under this condition, not only did the tuberization begin earlier, the production and the speed of tuberization also had the best performance.

Key Words: potato; microtuber; sucrose; seedling age

马铃薯(*Solanum tuberosum* L.)为茄科茄属草本块茎植物, 是一种分布广、适应性强、产量高的经济作物。然而因其为无性繁殖作物, 极易导致病毒在块茎内积累和传递, 从而引起种薯退化, 大幅度减产, 严重时甚至不能留种。利用马铃薯脱毒种薯

作种是防止病毒危害和增产的有效途径^[1]。在马铃薯脱毒种薯的生产中, 马铃薯试管薯诱导技术的研究成功, 加快了脱毒马铃薯的繁殖, 缩短了种薯生产周期, 为工业化生产提供了切实可行的手段。吕长文等^[2]认为, 8%~10%的蔗糖浓度适宜品种‘米拉’的

收稿日期: 2013-03-18

基金项目: 国家现代农业产业技术体系建设专项资金(CARS-10), 国家自然科学基金(31260342)资助。

作者简介: 李婉琳(1988-), 女, 硕士, 主要从事薯类作物栽培与生理研究。

* 通信作者(Corresponding author): 郭华春, 教授, 从事薯类作物研究, E-mail: ynghe@126.com。

试管薯诱导。韩德俊等^[3]研究表明, 0.5 mol/L 水杨酸诱导下, 最理想的蔗糖浓度是 10%~12%。党玉丽等^[4]对‘东农 303’的研究指出, 块茎的形成和发育虽然与试管苗的生理年龄有关, 但并不是生理年龄大的切段就比幼苗切段易于结薯。考虑到培养时间的延长又将导致生产上空间和时间的占用, 且在 8%~12% 的适宜诱导区间内的最适蔗糖浓度仍未得到确定。本研究以 2008 年通过审定的高产抗病新品种‘丽薯 6 号’^[5,6]为研究对象, 探讨不同蔗糖浓度对不同苗龄脱毒试管薯诱导结薯的影响。旨在为‘丽薯 6 号’脱毒种薯的高产、高效、低成本工厂化生产提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料及繁殖

‘丽薯 6 号’脱毒苗, 经茎切段繁殖后培养为组培苗。将马铃薯脱毒苗在无菌条件下剪成单叶节茎段, 转移至不加任何激素的固体 MS 培养基(含 3% 蔗糖, pH 5.8) 中, 每瓶接入 10 个茎段, 在光照强度 3 000 lx、连续光照、温度 $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的条件下培养, 每 15 d 繁殖一代。

1.2 试管薯的诱导

当脱毒试管苗长有 6~7 片叶时, 切取带有 1 叶 1 节的茎段作外植体, 于无菌条件下接种于 MS 固体培养基(含 3% 白糖, pH 5.8) 中。每瓶接 5 个外植体, 每个处理 10 瓶, 重复 3 次。在光照强度 3 000 lx、连续光照、温度 $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 条件下培养生长 20 d、40 d、60 d、80 d 后, 对组培苗进行试管薯诱导试验。在无菌条件下, 用移液器对参试试管苗添加蔗糖浓度分别为 8%、9%、10%、11%、12% 的 MS 液体培养基 20 mL, 放入黑暗条件下培养。以瓶为单位设置处理, 每处理 10 瓶, 3 次重复。

每两天对所有处理进行抽样检查, 记录 90% 以上试管苗开始结薯的日期为试管薯始发期。90% 试管苗茎叶枯黄的日期记为收获期。试管薯生长期为从试管薯始发期到收获期的时间, 总生长期 = 自诱导至收获所经历的时间 + 苗龄, 并于收获期对单瓶所收获试管薯统计结薯数, 计算单株结薯数及单株结薯速率。其中, 单株结薯数 = 单瓶结薯数/单瓶株数; 单株结薯速率 = 单株结薯数/总生长期。

2 结果与分析

2.1 不同苗龄试管苗生长情况

将试管苗置于蔗糖浓度为 3% 的固体 MS 培养基上生长, 随着培养时间的增加, 脱毒苗生长旺盛, 分枝逐渐增多, 叶片逐渐伸展, 培养 20 d 时每株生根 6~8 个, 顶端多为幼嫩小芽。40 d 时大叶明显增多, 瓶底开始出现盘结的根。培养 60 d 后少许叶片开始发黄, 出现气生根, 并有极少数苗开始结薯。培养 80 d 后分支较多, 更多叶片枯黄, 出现大量气生根。具体长势情况见表 1。

2.2 不同苗龄及蔗糖浓度对试管薯生育期的影响

由表 2 可以看出, 苗龄对试管苗的结薯起到了关键作用, 在蔗糖浓度为 8%~11% 的处理中培养 80 d 比培养 60 d 的脱毒苗平均早 2~4 d 开始结薯, 且随着苗龄的增加结薯的开始呈提前的趋势。培养 20 d 的脱毒苗比培养 40 d 结薯时间晚 10 d 以上。对于苗龄为 20 d 的脱毒苗而言, 8%、9%、10% 蔗糖浓度的处理组, 约 50% 的脱毒苗未能结薯, 而 11% 和 12% 的处理组在诱导结束后 25 d 均开始结薯。且仅在 12% 蔗糖浓度的处理中, 60 d 苗龄比 80 d 苗龄提前 3 d 开始结薯, 说明随着蔗糖浓度的增加对结薯的发生也起到一定促进作用。苗龄为 80 d、蔗糖浓度为 8%、9%、10% 的处理组结薯最

表 1 不同苗龄试管苗生长情况

Table 1 Growth situation of plantlet in different seedling ages

苗龄(d) Seedling age	苗高(cm) Seedling height	茎粗(cm) Stem diameter	叶数(片) Number of leaf	主茎数(个) Number of main stem	单株根鲜重(g) Weight of fresh root per plant	单株茎叶鲜重(g) Weight of fresh stem and leaf per plant	有无气生根 Existence of aerial root	有无结薯 Existence of microtuber
20	6.64	0.12	11.5	2.30	0.04	0.08	少	无
40	8.83	0.15	18.37	2.70	0.15	0.22	稍多	少量结薯
60	9.73	1.26	23.37	4.85	0.16	0.22	全有	少量结薯
80	11.81	0.29	35.2	5.25	0.30	0.43	全有	少量结薯

表 2 不同苗龄及不同蔗糖浓度对试管薯生育期的影响(日/月)

Table 2 Effects of seedling ages and sucrose concentration on growth period of microtuber(D/M)

编号 Number	苗龄(d) Seedling age	蔗糖浓度(%) Sucrose condition	诱导日期 Induction	薯块始发期 Tuberization	收获期 Harvest	试管薯生长期(d) Microtuber growth duration	总生长期(d) Total growth duration
N2-a	80	8	20/08	26/08	18/09	23	109
N3-a	60	8	20/08	30/08	24/09	25	95
N4-a	40	8	20/08	04/09	24/09	20	75
N5-a	20	8	20/08	—	08/10	—	—
N2-b	80	9	20/08	26/08	18/09	23	109
N3-b	60	9	20/08	28/08	24/09	27	95
N4-b	40	9	20/08	04/09	01/10	27	82
N5-b	20	9	20/08	—	08/10	—	—
N2-c	80	10	20/08	26/08	24/09	29	115
N3-c	60	10	20/08	30/08	24/09	25	95
N4-c	40	10	20/08	04/09	24/09	20	75
N5-c	20	10	20/08	—	29/09	—	—
N2-d	80	11	20/08	28/08	24/09	27	115
N3-d	60	11	20/08	30/08	24/09	25	95
N4-d	40	11	20/08	30/08	08/10	39	89
N5-d	20	11	20/08	14/09	29/09	15	60
N2-e	80	12	20/08	31/08	24/09	24	115
N3-e	60	12	20/08	28/08	24/09	27	95
N4-e	40	12	20/08	04/09	24/09	20	75
N5-e	20	12	20/08	14/09	05/10	21	66

快, 加糖后 6 d 即开始结薯。苗龄为 40 d、11%蔗糖浓度处理组试管薯生长期最长(39 d)。受苗龄的影响随着苗龄的增加总生长期在逐渐增加, 说明苗龄的增加可能会造成试管薯生产过程中对时间的占用, 故应从结薯效率上考虑最短单位时间内的结薯状况。

2.3 不同苗龄及不同蔗糖浓度对试管薯单株结薯数的影响

从图 1 可以看出, 随着苗龄的增长, 单株结薯数总体呈现增长的趋势。苗龄在 20~60 d 的处理中蔗糖浓度对结薯数的影响变化趋势不明显, 苗龄为

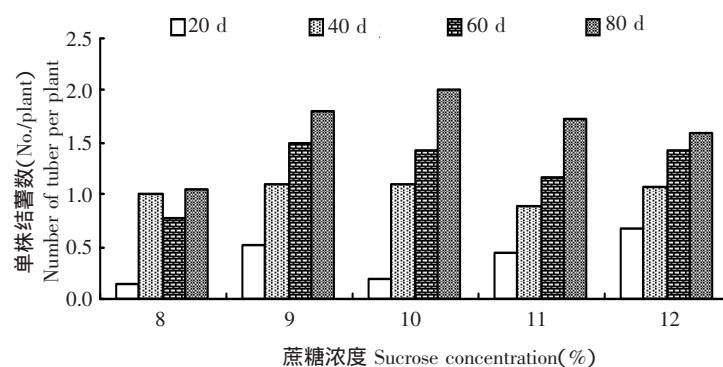


图 1 不同苗龄及不同蔗糖浓度对试管薯单株结薯数的影响

Figure 1 Effects of seedling ages and sucrose concentration on number of tuber per plant

80 d 的处理中随着蔗糖浓度的增加单株结薯数呈现先增后减的趋势。苗龄为 80 d、10%蔗糖诱导下单株结薯数最高。苗龄为 20 d、8%蔗糖诱导下结薯数最低。

2.4 不同苗龄及不同糖浓度对试管薯单株结薯速率的影响

从图 2 可以看出,随着苗龄的增长和蔗糖浓度的增加,试管薯单株结薯速率变化趋势并不明显。苗龄为 20 d 蔗糖浓度分别为 8%、9%、10%的处理

中因约 50%的脱毒苗未能结薯,故没有计算其总生长期和单株结薯速率。苗龄为 80 d 的处理中,虽然诱导前的培养时间最长,但添加蔗糖后能够较快结薯,并且结薯数大于其他苗龄的处理,因此最终仍然表现为较高的结薯速率。苗龄为 20 d 蔗糖浓度为 11% 和 12% 的处理组,虽然总生长期最短,但受结薯数的影响生产效率较低。本试验中,苗龄为 80 d、10%的蔗糖处理下试管薯生产效率最高,单位时间内能收获更多的试管薯。

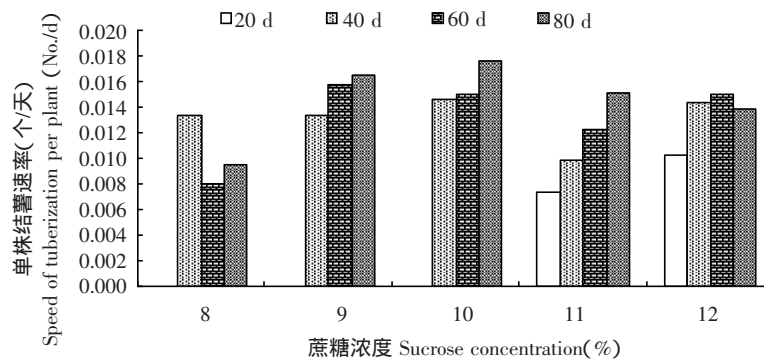


图 2 不同苗龄及不同蔗糖浓度对试管薯单株结薯速率的影响

Figure 2 Effects of seedling ages and sucrose concentration on speed of tuberization per plant

3 讨论

‘丽薯 6 号’诱导试管薯的最适苗龄为 80 d, 最适蔗糖浓度为 10%。在此处理下单株结薯数和单株结薯速率均大于其他处理, 在生产上可以更快更多地生产试管薯。苗龄对试管薯的发生起到关键作用。随着苗龄的增加, 结薯更快, 20 d 的幼苗则需要更高浓度的蔗糖和更长时间才能诱发结薯的产生, 且在随后的结薯过程中表现较差, 在黑暗环境中苗龄为 20 d 的植株更早死亡。而随着苗龄的增加是否由于植株体内蔗糖合成量的相对增加而导致其在较低蔗糖浓度下可以更快诱导结薯成为值得关注的问题。

目前关于赤霉素对块茎形成有强烈抑制作用, 而赤霉素含量的减少是块茎形成的必备条件的认识已得到公认^[7]。郭华春等^[8]研究发现, 随着培养基中蔗糖浓度的增加植株体内赤霉素的含量显著降低, 而内源脱落酸、细胞分裂素和生长素的含量出现明显增加, 其机理主要由于加入多量蔗糖使游离型赤霉素与蔗糖结合形成结合型赤霉素而不显活性

所致。表明块茎诱导中加入高浓度蔗糖不但满足了植物对碳源的需要, 同时也通过改变植株的内源激素活性从而促进结薯。另一方面, 段晓艳^[9]的研究表明, 高浓度的蔗糖可以专一或高效地诱导马铃薯块茎主要贮藏蛋白及淀粉的合成与积累; 且块茎特异蛋白 Patatin 基因启动子区域存在蔗糖诱导表达的顺式作用元件, 与启动子区域特异性结合的核蛋白因子也可被蔗糖所诱导。蔗糖浓度虽然对试管薯的形成起到关键作用, 但本试验中当蔗糖浓度过高时, 又会对结薯数和结薯速率产生不利影响。

姜秀芳等^[10]指出, 不同马铃薯品种在同一培养基上诱导效果并不相同, ‘郑薯 5 号’比‘费乌瑞它’诱导结薯早、数量多、薯块大。崔翠等^[11]认为, 品种不同时, 平均结薯率、平均单瓶薯重及平均最大鲜薯重均差异较大, 并认为这与品种基因型有关。王春林等^[12]的研究表明, 不同品种试管薯结薯能力不同, 在相同的诱导条件下, 早熟品种试管薯结薯能力强于晚熟品种。故苗龄为 80 d, 10%蔗糖浓度诱导结薯的最适培养条件是否适用于其他马铃薯品种或某一类型马铃薯品种仍需进一步的研究。

中图分类号: S532 文献标识码: B 文章编号: 1672-3635(2013)02-0076-04

吉林省中部地区马铃薯中棚种植试验

王 凤, 刘 峰, 管洪波, 王 洋, 张 海, 王忠伟*

(吉林省农业科学院经济植物研究所, 吉林 范家屯 136105)

摘 要: 试验利用中棚保护地, 选择不同品种和栽植密度, 模拟大田马铃薯种植条件种植, 寻找适合中棚种植的马铃薯品种及合理的种植密度。结果表明: 中棚条件下早熟马铃薯以‘荷兰7’产量较好; ‘荷兰7’和‘早大白’两个品种均以密度 21 cm × 70 cm 鲜薯产量最高, 与对照 25 cm × 70 cm(CK) 产量比分别增产 13% 和 16%, 差异显著。因此, 中棚可以种植马铃薯, 品种应选‘荷兰7’, 种植密度以 21 cm × 70 cm 最为适宜。

关键词: 马铃薯; 中棚; 产量

Planting Potato in Medium Sized Plastic Tunnel in Central Part of Jilin Province

WANG Feng, LIU Feng, GUAN Hongbo, WANG Yang, ZHANG Hai, WANG Zhongwei*

(Institute of Economic Plant, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Fanjiatun, Jilin 136105, China)

Abstract: Two potato varieties were planted in various densities in medium sized plastic tunnel in order to select the potato variety suitable for planting in medium sized plastic tunnel at optimal density. The results indicated that 'Helan 7' was better than the other in yield; both varieties, 'Helan 7' and 'Zaodabai', performed better at the density 21 cm × 70 cm than other densities, outyielding the control 25 cm × 70 cm by 13% and 16%, respectively. Therefore, potato could be grown in a medium sized plastic tunnel, and the variety 'Helan 7' should be selected and planted at the density 21 cm × 70 cm.

Key Words: potato; medium high plastic tunnel; yield

收稿日期: 2012-05-08

基金项目: 马铃薯增产增效综合技术与示范(编号: 201216)。

作者简介: 王凤(1965-), 女, 硕士, 副研究员, 主要从事马铃薯栽培和育种工作。

* 通信作者(Corresponding author): 王忠伟, 硕士, 副研究员, 从事马铃薯育种与栽培工作, E-mail: wangzhongwei@cjaas.com。

【参 考 文 献】

- [1] 孙慧生, 藏日公, 张振洪, 等. 马铃薯茎尖组织培养脱毒薯利用的研究[J]. 山东农业科学, 1982(3): 26-29.
- [2] 吕长文, 王季春, 何庆学, 等. 诱导法与营养液配方对马铃薯试管苗结薯的影响[J]. 西南农业大学学报(自然科学版), 2004, 26(1): 30-34.
- [3] 韩得俊, 陈耀锋, 王亚娟, 等. 水杨酸和不同蔗糖浓度对试管微型薯形成与生长的影响研究[J]. 西北植物学报, 1999, 19(6): 92-96.
- [4] 党玉丽, 刘忠玲, 宁爱民, 等. 不同苗龄及碳源对马铃薯试管薯诱导的影响[J]. 河南农业大学学报, 2004, 38(3): 292-295.
- [5] 和国钧, 杨烜, 和平根. 马铃薯新品种‘丽薯6号’、‘丽薯7号’及其栽培技术[J]. 云南农业科技, 2009(增刊): 71-72.
- [6] 王绍林, 和平根, 和国钧, 等. 马铃薯新品种‘丽薯6号’选育[J]. 中国马铃薯, 2009, 23(4): 255.
- [7] Aksanova N P, Konstantinova T N, Golyanovskaya S A, et al. Hormonal regulation of tuber formation in potato plants [J]. Russian Journal of Plant Physiology, 2012, 59: 451-466.
- [8] 郭华春, 肖关丽, 沙本才, 等. 马铃薯块茎诱导中培养基蔗糖浓度对内源激素活性的影响[C] // 中国(昆明)第五届世界马铃薯大会文集. 昆明: 云南美术出版社, 2004: 153-154.
- [9] 段晓艳. 蔗糖诱导马铃薯块茎形成及相关基因的表达[D]. 昆明: 云南师范大学, 2008.
- [10] 姜秀芳, 张改英, 田炜, 等. ‘郑薯5号’和‘费乌瑞它’试管苗培育、快繁及试管薯诱导培养基的筛选[J]. 中国马铃薯, 2004, 18(5): 280.
- [11] 崔翠, 王季春, 何凤发, 等. 光照时间和碳源对试管薯形成的影响[J]. 山区开发, 2002(2): 12.
- [12] 王春林, 程天庆. 利用试管薯快速繁殖马铃薯[J]. 马铃薯杂志, 1992, 6(2): 82-85.