

我国马铃薯微型薯诱导研究进展

马 爽

(黑龙江省农业科学院 克山分院,黑龙江 克山 161606)

摘要:概述了我国马铃薯微型薯诱导近 10 年的激素添加试验结果,对马铃薯试管苗和微型薯培养的营养基质、温度条件、光照方式、激素类别和浓度使用情况以及块茎形成基因进行了总结,为研究一套完整马铃薯微型薯诱导技术提供理论指导。

关键词:马铃薯;微型薯;试管苗;培养条件;培养方式

中图分类号:S532 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2017)04-0142-03 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2017.04.0142

我国是粮食大国也是人口大国,据 2013 年统计数据显示人均 400 kg 粮食,但并非都是食用粮,粮食安全问题是令人担忧的。我国的马铃薯主粮化政策就能有效解决粮食安全问题。但我国马铃薯种植存在单产过低的现象,而这一现象跟种薯的质量是密不可分的。这种情况下就需要种薯微型化、工厂化、规模化高效低成本繁育技术,为缩短种薯繁殖周期、提高种薯繁殖效率、减少种薯繁殖环节、确保种薯质量、降低种薯调运成本,促进生产发展,均有重要的价值。马铃薯微型薯诱导技术的研究成功,能够加快马铃薯脱毒种薯的繁育,并且微型薯的生产能力能够满足三代种薯体系所需要的起始种植材料,有效推进马铃薯主粮化进程。

1 试管苗培养

1.1 培养基使用类型

使用基本培养基时,白糖和蔗糖作为碳源均可。在 MS 培养基中使用自来水、井水和蒸馏水对试管苗的生长均具有促进作用。液体培养基培养的试管苗比固体培养基培养的试管苗移栽成活率高,而且液体培养基成本比固体培养基少 50% 左右^[1]。因此,可利用 MS 液体培养基扩繁马铃薯试管苗,降低生产成本。但如果没有好的灭菌环境不建议使用液体培养基扩繁。

1.2 接种物的应用状况

用于诱导微型薯的试管苗应为茎秆粗壮、色泽嫩绿的材料,这种材料能够获得 100% 的诱导率和较高比例的胚性愈伤组织,且继代时间较长。

同一材料,所取茎的部位不同,获得的诱导效果也会不同。获得优良材料的理想部位首先是茎尖,然后依次往下。金建钧等^[2]在诱导微型薯时所用的材料是带腋芽的单节茎段,而柳俊等^[3]则较为严谨,其所用的材料为中部 3~4 节带 1~2 个腋芽的茎段。

1.3 培养条件和培养时间的应用状况

金建钧等^[2]研究认为将植物材料置于 23 ℃, 4 000 lx,光照时间 14 h·d⁻¹ 的光照培养箱中培养,50 d 后产生试管薯;在 24 h·d⁻¹ 强光照条件下,培养 14~28 d 后可获试管薯。但其研究是通过添加激素的方法,常规条件下全光照培养是不可能结薯的。光培养与黑暗培养并没有具体的培养时间,因为这与植物材料的内在因素和外源添加物关系紧密。

1.4 试管薯的苗龄诱导情况

试管薯的形成和发育与苗龄有关,党玉丽等^[4]认为东农 303 诱导苗龄的最佳开始时间为 60 d,其研究还认为 110 d,25 ℃ 诱导的微型薯平均质量与 60 d 诱导的处理无差异。鄢铮等^[5]研究认为在 25 ℃ 下,东农 303 的苗龄 28 d 和 42 d 诱导微型薯效果最好。李婉琳等^[6]研究表明以丽薯 6 号为材料,80 d 为诱导试管薯的最佳苗龄,诱导的试管薯生产效率较高。

2 试管微型薯诱导

2.1 培养基使用情况

2.1.1 培养基中添加植物生长调节剂的应用状况 马铃薯微型薯的发生和生长会使植株体内的内源生长激素产生变化。微型薯的诱导与植物激素种类和浓度有关^[7-8](见表 1)。在生长激素中,GA 抑制微型薯形成,而 ABA、IBA、IAA、NAA 和 6-BA 促进微型薯形成,其中 ABA 是与块茎形成关系最大的因素^[8]。GA₃(赤霉素)抑制块茎的形成,是因为 GA₃ 能诱导糊粉层细胞中 α-淀粉酶的合成。α-淀粉酶是一个由多基因家族编码的一

收稿日期:2017-02-24

基金项目:农业部-马铃薯种质资源收集鉴定编目与保存分
发利用资助项目(2015NWB005);科技部-马铃薯种质资源平
台资助项目(NICGR2015-063)

作者简介:马爽(1989-),女,黑龙江省齐齐哈尔市人,硕士,
研究实习员,从事马铃薯品种资源保存与利用研究。E-mail:
mashuang456@163.com。

些同工酶组成,其基因启动子前存在一些高度保守的 DNA 序列,称为 GA 感应元件(GARE),GARE 和其它一些保守元件形成 GA 感应复合物(GARC),在 GA 存在时与相应的蛋白因子结合,从而启动 α -淀粉酶基因的表达,随着 GA 量的增加, α -淀粉酶基因表达的量也增加,促进了淀粉的水解,使淀粉积累的量减少,影响微型薯的块茎形成^[10-15]。即 GA_3 含量过高不能形成试管块茎,所以不建议用 GA_3 诱导微型薯但可培养壮苗。IBA 有利于维管束系统的分化,适当提高它的浓度有利于微型薯形成。低温黑暗能够抑制 GA_3 的合成,进而影响块茎的形成。使用赤霉素抑制剂 PP_{333} 能够降低组培苗中 GA_3 质量分数,说明 PP_{333} 可调节内源激素的质量分数情况,尤其是 GA_3 的质量分数,改善高温长日对块茎形成的抑制作用。添加外源激素对块茎诱导进行调控,既使组培苗有较好的物质积累,又可诱导其形成数量多、质量高的试管薯^[16]。彭晓莉等^[17] 试验结果表明, GA_3 和 IAA 对诱导匍匐茎发生有重要作用并且能够增加单株结薯数,液体培养效果更为明显。

马铃薯块茎是由匍匐茎顶端膨大发育而成,因此要提高微薯的产量和数量,先要提高匍匐茎的分化率,其次是促进匍匐茎顶端膨大形成块茎,

因此一定浓度喷施的烯效唑显著的提高了微薯数量^[18]。6-BA 可抑制叶绿素分解,提高氨基酸含量,解除植物体内源生长素对腋芽的抑制,使营养物质更易向细胞分裂素所在部位运输,诱导块茎的生产。柳俊等^[3] 以米拉脱毒苗作为实验材料,研究表明,BA 有利于匍匐茎顶端的膨大,其有效单株块茎达 2.24 个。刘玲玲^[19] 研究发现 CCC 和 6-BA 共同作用效果不好,说明植物生长延缓剂不宜与细胞分裂素一起使用。植物生长延缓剂延缓植物细胞分裂和伸长,而细胞分裂素促进细胞分裂,两者作用在一起会降低或抵消其中一方的作用。细胞分裂素与植物生长素有协同作用,在组织培养中,细胞分裂素和生长素的比例高时,有利于芽的分化,比例低时,有利于根的分化。金建钧等^[2] 研究证明了这一点细胞分裂素 KT 单独使用时不适合试管苗生长,对其生长有较强的抑制作用,植物生长素 NAA0.1 $mg \cdot L^{-1}$ 和 6-BA0.05 $mg \cdot L^{-1}$ 共同作用培养出的试管苗茎叶长势良好。张艳萍等^[20] 用 CCC 和 6-BA 试验,发现其作用效果不显著。杜宏辉等^[21] 研究认为 NAA 和 6-BA 共同作用对结薯数、结薯率和大薯鲜重效果显著。岳红等^[22] 认为 IBA 和 6-BA 诱导微型薯效果好。因此诱导微型薯要考虑植物激素之间的协作关系。

表 1 试管薯诱导培养基中附加的植物生长调节剂
Table 1 *In vitro* potato induction medium additional plant growth regulator

研究者 Researchers	年份 Year	植物生长调节剂/($mg \cdot L^{-1}$) Plant growth regulator			品种 Varieties
		植物生长促进剂	植物生长延缓剂	细胞分裂素类	
彭晓莉	2006	IAA1	GA_3 0.5		甘农薯 2 号
刘玲玲	2007		CCC100	6-BA5	早大白
肖旭峰	2008		S_{3307} 100、B92500		大西洋
杨宏羽	2008			6-BA5	抗疫白
金建钧	2011	NAA0.1		6-BA0.05	荷兰薯
肖关丽	2011		PP_{333} 0.5		大西洋
李功义	2012			6-BA2	早大白
曾述荣	2012		CCC15-20		陇薯 3 号
岳红	2012	IBA0.03		6-BA5	Desiree
李方安	2013		CCC0.05-0.1		米拉
张艳萍	2013		CCC100	6-BA5	03-1
杜宏辉	2016	NAA3		6-BA5	陇薯 3 号

2.1.2 碳源使用状况 白糖和蔗糖作为碳源,是淀粉合成的主要前体物质,合理渗透压为试管薯的膨大提供必要的能量物质^[23]。众多学者^[24-25] 研究表明,添加 50~110 $g \cdot L^{-1}$ 白糖有利于脱毒苗壮苗、促进试管薯结薯、提高试管薯诱导率。缩短试管薯结薯周期,降低规模化生产试管薯成

本。高浓度蔗糖可诱导马铃薯淀粉合成酶(GB-SS)基因和块茎特异蛋白 *Patatin* 基因的表达^[26-27]。蔗糖或者白糖浓度高,保证了块茎淀粉形成所需的碳源,但过高会影响培养基的渗透压,阻碍试管苗对营养的吸收。蔗糖浓度不宜超过 10%,否则,试管苗形成受抑制^[3]。

2.2 温度与光照的应用状况

温光条件不仅是诱导试管薯形成的主导因子,同时对组培苗的生长起重要作用。黑暗低温虽可诱导块茎形成,但黑暗抑制了组培苗生长,使微型薯小、质量差。光照条件下,组培苗不仅可以利用培养基内的营养物质,还可进行光合作用,使组培苗长势良好。全天光照虽可大幅缩短试管薯形成时间,但长时间光照容易导致试管苗叶片短小发黄,茎部纤细,影响植株正常光合作用。采用全天光照与暗培养混合的培养方式形成的试管薯质量最优,是培养试管薯的最好方法^[2,28-29]。

2.3 影响马铃薯试管苗的结薯基因

试管块茎在组织结构、生长发育的生理生化过程、遗传稳定性等方面与常规块茎相似,为研究马铃薯块茎形成提供了极大便利。王小欢等^[30]验证了对长短日照存在表达差异的3个节律性明显的基因 *StPIF3*、*StGI* 和 *StTOCI*,这3种基因功能具有保守性,说明这些基因功能对植物生长发育的重要性,其中 *StPIF3* 基因抑制马铃薯块茎形成。

3 试管薯的收货和保存

适宜的贮藏方式可以提高微型种薯的活力和抗老化能力。蒲育林等^[31-32]认为在冷藏4~6℃条件下种薯活力较高,而室温贮藏水分散失严重,种薯活力较低,常温贮藏时种子出苗慢,延迟5d左右。除了贮藏方式外,还可以通过调节种薯内的叶绿素、丙二醛、超氧化物歧化酶和可溶性糖含量等生理指标来控制种薯活力,其直接影响着马铃薯田间长势和产量。

参考文献:

- [1] 马爽. 马铃薯试管苗培养的研究进展[J]. 园艺与种苗, 2016(6):76-78.
- [2] 金建钧,刘志文. 植物激素对马铃薯试管苗的影响及微型薯高效形成条件分析[J]. 作物杂志, 2011(2):20-24.
- [3] 柳俊,谢从华,黄大恩,等. 马铃薯试管块茎形成机制的研究——BA对试管块茎形成与膨大的影响[J]. 马铃薯杂志, 1995(1):7-11.
- [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(3):292-295.
- [5] 鄢铮,郭德章. 苗龄及光照对诱导马铃薯微型薯的影响[J]. 中国马铃薯, 2004(4):205-206.
- [6] 李婉琳,郭华春,彭丽,等. 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[J]. 中国马铃薯, 2013(2):72-76.
- [7] 周俊. 马铃薯 (*Solanum tuberosum* L.) 试管块茎形成的QTL定位及遗传分析[D]. 武汉:华中农业大学, 2014.
- [8] 韩晓勇,同瑞霞,殷剑美,等. ‘台州紫山药’试管薯诱导体系研究[J]. 园艺学报, 2013(10):1999-2005.
- [9] 柳俊,谢从华. 马铃薯块茎发育机理及其基因表达[J]. 植物学通报, 2001(5):531-539.
- [10] 柳洪卫,马国达,刘声远,等. 赤霉素(GA)对马铃薯微型薯

形成影响的研究[J]. 中国马铃薯, 2002(3):141-143.

- [11] 张富荣,郝文胜,赵永秀. 赤霉素在马铃薯组织培养中的应用[J]. 中国马铃薯, 2009(4):235-239.
- [12] 张志军,贾明进,李会珍,等. 赤霉素对马铃薯块茎形成的影响[J]. 中国马铃薯, 2003(5):294-297.
- [13] Martinez-García J F, García-Martínez J L, Bou J, et al. The interaction of gibberellins and photoperiod in the control of potato tuberization[J]. J Plant Growth Regul, 2002, 20:377-386.
- [14] Kloosterman B, Navarro C, Bijsterbosch G, et al. St GA2ox1 is induced prior to stolon swelling and controls GA levels during potato tuber development[J]. The Plant Journal, 2007, 52:362-373.
- [15] 李方安,蒲品,倪苏,等. 高温长日照下多效唑对马铃薯试管苗衰老及试管薯形成的影响[J]. 江苏农业科学, 2013(3):72-74.
- [16] 肖关丽,龙雯虹,郭华春. 多效唑和温光对马铃薯组培苗内源激素及微型薯诱导的影响[J]. 西南大学学报:自然科学版, 2011(8):21-26.
- [17] 彭晓莉,王蒂,张金文,等. 激素诱导下不同培养方式对马铃薯微型薯的诱导效应[J]. 甘肃农业大学学报, 2006(1):16-19.
- [18] 肖旭峰,刘明月. 不同生长调节剂对马铃薯微型薯结薯的影响[J]. 中国马铃薯, 2008(1):14-16.
- [19] 刘玲玲. 不同植物生长调节剂对马铃薯微型薯诱导的影响[J]. 安徽农学通报, 2007(16):132+142.
- [20] 张艳萍,裴怀弟,石有太,李忠旺,陈玉梁. 不同外源激素对彩色马铃薯试管薯诱导的影响[J]. 种子, 2013(12):21-23.
- [21] 杜宏辉,王惠文. 不同外源激素对马铃薯脱毒试管苗保存及试管薯诱导的影响[J]. 农业科技与信息, 2016(20):60-61.
- [22] 岳红,卢其能,赵昶灵,等. 蔗糖浓度和外源激素对马铃薯微型薯诱导的影响[J]. 江苏农业科学, 2012(7):58-60.
- [23] 宁志珩,吕国华,贾晓鹰. 脱毒马铃薯试管薯诱导技术探索[J]. 中国马铃薯, 2007(1):33-38.
- [24] 顾瑞霞,张小川,王效瑜,等. 白糖对马铃薯试管薯诱导的影响[J]. 分子植物育种, 2015(8):1766-1770.
- [25] 王瑞斌,王蒂,司怀军. 食用白糖和活性炭互作诱导马铃薯试管薯的研究[J]. 甘肃农业大学学报, 2006(4):35-40.
- [26] 宋东光,孙国枫,单海燕,等. 马铃薯 GBSS 基因 5'侧翼区调控作用的研究[J]. 植物学报, 1998(9):19-25.
- [27] 李灿辉,王军,龙维彪. 马铃薯块茎特异蛋白 Patatin 研究进展[J]. 中国马铃薯, 1998(3):51-58.
- [28] Paul C Struik. Effects of temperature fluctuation during in vitro phase on in vitro microtuber production in different cultivars of potato[J]. Plant Cell Tiss Organ Cult, 2009, 98:213-218.
- [29] Joan L John, William H. The influence of plant growth regulators and light on microtuber induction and formation in *Dioscorea alata* L. Cultures[J]. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 1993, 34(3):245-252.
- [30] 王小欢. 马铃薯试管块茎形成有关的光敏感基因筛选与鉴定[D]. 武汉:华中农业大学, 2014.
- [31] 蒲育林,王蒂,王瑞斌. 不同贮藏条件对马铃薯微型种薯活力及生理特性的影响[J]. 西北植物学报, 2008(2):2336-2341.
- [32] 郑许华. 不同贮藏方式对马铃薯微型薯活力及生理生化特性的影响[D]. 兰州:甘肃农业大学, 2010.

哈尔滨市与俄罗斯远东地区农业合作现状 与发展对策

刘 婧

(哈尔滨市农业科学院,黑龙江 哈尔滨 150029)

摘要:为加强对俄的合作与交流,综合分析了哈尔滨市与俄罗斯远东地区农业合作的发展现状,从双边经贸合作、农业科研合作、境外产业园区建设等方面阐述了合作中遇到的困难,并从政府推动、科技含量提高、农产品质量提高、合作交流加强、对俄新型农业园区建设等方面提出了解决对策。

关键词:哈尔滨;俄远东地区;农业合作

中图分类号:F114.46 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2017)04-0145-04 **DOI:**10.11942/j.issn1002-2767.2017.04.0145

中国与俄罗斯互为最大邻国,近年来,随着国际局势的变迁,两国开展了多领域的深入合作,但是农业领域的合作仍有较大发展空间。

黑龙江省与俄罗斯远东地区国土接壤,发展对俄合作地理位置上有着得天独厚的优势,俄远东联邦区由滨海边疆区、雅库特共和国、哈巴罗夫斯克边疆区、阿穆尔州、堪察加边疆区、马加丹州、萨哈林州、犹太自治州以及楚科奇自治区等 9 个联邦主体组成。远东地区总面积 620 多万 km²,占俄罗斯总面积的 36.4%,但人口只有 600 多万人。远东地区的农业和养殖业的发展潜力巨大,有可能成为俄向我国及亚洲国家出口粮食和肉类制品的重要基地。黑龙江对俄远东地区的投资占黑龙江省对外投资总额的 80%以上^[1]。

哈尔滨是黑龙江省会城市,为抢抓贯彻国家

“一带一路”战略,推进“龙江丝路带”建设,按照 2014 年《国务院关于近期支持东北振兴若干重大政策举措的意见》提出的“支持哈尔滨打造对俄合作中心城市”思路,在发展对俄合作,科技、金融、物流等各项领域均有较大突破。在这个发展的黄金时期,农业领域的合作前景潜力巨大。

当前,中俄关系正处于历史最好时期,全面战略合作伙伴关系不断深化,两国政治高度互信,经贸合作广泛,人文交流密切,且正在全面推进丝绸之路经济带与欧亚经济联盟两大发展战略对接以及“中蒙俄经济走廊”建设,合作前景广阔。国家政策力量的充分释放,为哈尔滨市充分发挥地缘优势发展对俄合作创造了有利条件。

1 哈尔滨发展对俄农业合作的优势

1.1 农业优势

中俄两国在农业科研、农产品贸易等方面互补性很强。俄罗斯远东地区与哈尔滨市的地理位置接近,气候环境相似,农业技术成熟且农业投资

Research Progress of Potato Micro-tuber of Our Country

MA Shuang

(Keshan Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Keshan, Heilongjiang 161606)

Abstract: The research situation of our country's potato induction was summarized emphatically the potato potato nearly 10 years of hormone induced add test results. Tube seedlings potato and potato cultivation of nutritional substrates, temperature, illumination mode, use of hormones category and concentration, and tuber formation gene were summarized in order to provide theoretical guidance for studying a complete set of potato induction technology.

Keywords: potato; micro-tuber; tube seedlings; cultivation conditions; cultivating way

收稿日期:2017-02-24
作者简介:刘婧(1982-),女,黑龙江省哈尔滨市人,硕士,农艺师,从事科研教育工作。E-mail:liujing66266@163.com。