中图分类号：S532　　文献标识码：A　　文章编号：1672-3635(2009)04-0235-05

综　述

赤霉素在马铃薯组织培养中的应用

张富荣[1]，郝文胜[2]，赵永秀[3]

（1. 内蒙古农业大学职业技术学院，内蒙古　包头　014100；2. 内蒙古马铃薯脱毒种薯繁育中心，内蒙古　呼和浩特　010031；3. 内蒙古大学生命科学学院，内蒙古　呼和浩特　010021）

摘　要：马铃薯(*Solanum tuberosum* L.)是一种用途广、优点多的主要农作物。作为马铃薯生产第一大国，中国的马铃薯单产低于世界平均水平。种薯问题是限制其单产提高的主要因素，要提高种薯质量，茎尖分生组织培养脱毒、组培苗离体快繁和(或)试管薯生产方面的研究是其技术基础，植物生长物质在上述三方面的应用是研究方向之一。本文简要综述了赤霉素这三方面的应用进展。

关键词：赤霉素；马铃薯；培养基；试管薯

马铃薯(*Solanum tuberosum* L.)是茄科茄属一年生草本块茎作物。它是一种粮食、蔬菜、饲料和工业原料兼用的主要农作物。除了广泛的用途外，该作物具有产量高、增产潜力大、经济效益高、营养价值高、适应性强、分布广、茬口好以及适于与其他作物间套作等特点[1]。农业部于2006年9月21日发布的“农农发[2006]9号文件”《农业部关于加快马铃薯产业发展的意见》(以下简称“《意见》”)中指出，马铃薯为解决我国经济欠发达地区的温饱和食物安全做出了重要贡献。大力发展马铃薯产业，有利于保障我国粮食及食物安全、促进民族产业发展和推进农民增收致富，是应对入世后过渡期及农业长远发展的战略措施。

我国的马铃薯面积和总产均居世界第一，在各方面也取得了显著进展，但单产却很低，2006年为14.35 $t\cdot hm^{-2}$，只有世界平均单产的85.76%，已成为制约我国马铃薯发展的瓶颈[2-3]。业内人士分析认为，我国马铃薯种薯质量总体较差，推广面积小，真正优质的种薯应用比例很低，种薯问题是限制我国马铃薯产量最主要因素[4-5]。

针对种薯问题，屈冬玉等[4]提出推进三代种薯繁育体系建设，即微型薯(G1)→原种(G2)→良种(G2)→生产。为满足全国300万 hm^2(60%马铃薯播种面积)的脱毒种薯，则需要扩繁15~20亿株脱毒苗。因此，要使中国脱毒种薯尽快大面积推广，提高单产，则必须大规模、高质量、快速繁殖脱毒苗[2]。

面对如此庞大的组培苗需要量，需要对组培技术进行进一步改进，提高组培苗的生产效率，降低生产成本，满足生产需要量[4]。另外，还可考虑在非移栽季节(如北方一季作区的秋冬季节)生产试管薯，一方面可以提高组培室利用率，另一方面，试管薯生产作为组培苗生产的有益补充，二者可以共同为G1生产提供基础材料。

要提高组培苗的生产效率，降低生产成本，可以从很多方面下功夫，植物生长物质的利用就是其中一个方面，赤霉素的利用便是其中之一。

赤霉素(Gibberellin, GA)是指具有赤霉烷骨架，并能刺激细胞分裂和伸长的一类化合物的总称。其中一种即是在植物组织培养中最为常用的赤霉酸(Gibberellic acid, GA_3)。本文对赤霉素在马铃薯组织培养中的应用做一评述。

1　赤霉素在马铃薯组织培养中的应用

1.1　赤霉素在马铃薯茎尖分生组织培养中的应用

在马铃薯良种繁育的过程中，所谓“脱毒”，是指马铃薯种薯经过一系列物理、化学、生物或其它技术措施清除块茎体内的病毒后，获得的经检测无病毒或极少有病毒侵染的种薯的过程，其实是复壮

收稿日期：2009-05-23

作者简介：张富荣(1972-)，女，讲师，从事园艺技术研究。

*通讯作者：E-mail: wsh_hao@yahoo.com.cn.

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

的过程。这一部分的工作是以茎尖分生组织培养为基础的，也就是将马铃薯植株或块茎芽顶端0.1~0.3 mm的部分切下来通过组织培养的方法使其重新发育为小植株的过程，在由顶端分生组织发育为再生小植株的过程中所使用的培养基里所含有的植物生长促进剂，几乎都是赤霉素（有相当比例的报道是使用GA_3）+细胞分裂素（6-BA为主）+生长素（IAA或NAA，鲜用2,4-D）的不同浓度组合。在这里，赤霉素的浓度范围在0.05~1.0 mg·L^{-1}，以使用0.1 mg·L^{-1}居多[6-11]，少有用0.05 mg·L^{-1}[12, 13]和0.2 mg·L^{-1}[12,14,15]的，鲜有用0.4 mg·L^{-1}[16]、0.5 mg·L^{-1}[17]或1.0 mg·L^{-1}[18]的。连勇[19]认为，在选择茎尖培养基时，在对培养基进行激素搭配时应以不使茎尖愈伤化为基本原则，使茎尖直接发育生长成植株，而不能经愈伤组织再分化发育成植株，因为经愈伤组织分化的植株很容易使植株分生变异，特别是像马铃薯这样高度杂合的四倍体植物，发生变异的植株在脱毒快繁中是必须抛弃的。故他倡导以不含生长素的培养基进行茎尖分生组织的诱导，他提出的经验培养基配方是：MS（固）+赤霉素0.1 mg·L^{-1} + 6 - BA 0.1 mg·L^{-1} + D-泛酸钙0.2 mg·L^{-1} + 蔗糖2%[20]。

1.2　赤霉素在马铃薯试管苗生产中的应用

1.2.1　应用于试管苗的离体快繁培养

赤霉素（GA_3）是马铃薯试管苗快繁中用得较多的植物激素。GA_3能显著增加许多品种的试管苗株高，特别是生长矮小的试管苗对培养基中GA_3浓度有明显的数量反应[21]。李天然[22]在进行马铃薯试管苗离体快繁时，将用MS液体培养基添加少量GA_3的情况下，每7~10 d即可由原茎节诱导产生3~5节长的小苗，比在固体培养基上成苗速度快3倍以上。

1.2.2　关于快繁培养基中添加赤霉素对气生根的形成的影响的研究

黄萍等[21]以中薯2号和津引薯1号试管苗为试材的研究表明，在MS中添加GA_3 0.1 mg·L^{-1} + BA0.2 mg·L^{-1} + NAA0.05 mg·L^{-1}对气生根形成速度和数量有明显促进作用。他们认为，太多气生根的形成易造成试管苗老化，主要表现为苗较弱，在移栽到网棚生产原原种时，试管苗的成活率会大大降低，给生产上带来很大影响，但为加快植株的生长速度或调整植株生长状态，也可用含GA + BA + NAA的培养基来增殖试管苗，但最好避免多代连续使用。当出现大量气生根时，应将试管苗转入到其它培养基中培养，以降低气生根的数量，从而达到避免苗弱，提高移栽成活率的目的。

1.3　赤霉素在马铃薯试管薯诱导中的应用

试管薯是在离体条件下由试管苗诱导所得的小块茎，从马铃薯良种繁育的种薯级别上界定，它与试管苗属同一级别，都可作为基础材料在有隔离条件的设施内（温室或网棚）生产原原种（脱毒小薯）。

1.3.1　对赤霉素在马铃薯试管块茎形成中作用的总体认识

Hussey等[23]在添加了GA_3的培养基16 hr·d^{-1}光照培养马铃薯试管苗导致了细长叶枝的生长，3个月后仍无块茎形成。在随后的试验中，他们在经过2周和4周培养（16 hr·d^{-1}光照，25 ℃）的试管苗的培养基上滴入2 mL（1.0 mg·L^{-1}）的GA_3溶液，16周之后未形成块茎。滴加2 mL无菌水对照则有不一致的结果：品种Ulster Sceptre 16周之后平均每瓶产生5~6个块茎，Red Craigs Royal则无块茎形成。

Vreugdenhi等[24]对GA之于试管薯形成作用的归纳是：即使其他条件都处于对块茎诱导有利的状态。

大家仍都知道赤霉素可防止块茎的形成。连勇[25]认为，在众多植物激素中，GA_3（赤霉素）在马铃薯块茎形成中起着非常重要的作用。可以肯定的是GA_3对块茎的形成有很强的抑制作用，GA_3存在试管块茎不能形成。

1.3.2　块茎形成过程中GA的活性形式

Xu等[26]通过研究认为，GA_1很可能是块茎形成过程中GA的活性形式。

1.3.3　块茎形成过程中GA与其他植物生长物质的相互影响

连勇等[25]的试验结果表明，GA_3与IAA（吲哚乙酸）的适宜配合可以促进匍匐茎的形成和生长。张志军[27]针对多种外源激素对试管薯的调控效果研究结果表明：随IAA浓度（0.5~10 mg·L^{-1}）的提高，试管苗高度、根数、根长和茎叶鲜重都显著增加，GA和IAA互作增强了这个效果。随IAA浓度（2.5~10 mg·L^{-1}）的提高，试管薯鲜重和直径都显著增加，10 mg·L^{-1} IAA浓度下，IAA + GA + BAP处理的试管薯鲜重和平均直径分别为IAA + BAP处理的409.6%和184.4%，表明了GA和IAA在马铃薯块茎形成中的互作效果。

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

在 Hussey 等[23]的试验中，加入 GA_3 溶液到培养基可逆转由 BAP 引起的形态学变化，即由BAP引起的匍匐茎形成且向培养基中之生长被GA_3 逆转为从茎的中部生长出向上生长的枝条，经GA_3 处理的培养基培养 16 周之后无块茎形成。对照滴加无菌水 16 周后平均每瓶产生 8 个块茎。

Xu 等[26]的试验结果表明，GA 在块茎形成过程中是一个占主导地位的调节剂，ABA 通过反作用于 GA 刺激块茎形成。柳俊[28]的研究表明：试管块茎的形成与植株内源 GA_3 和 ABA 的含量没有直接联系，而与 GA_3/ABA 的比值有关。GA_3 和ABA 均参与了块茎形成，并在不同的时期分别担负着不同的调节功能。只有当 GA_3/ABA 比值达到一定范围时（在她的研究中为 1.1~1.3）才能获得较高的试管块茎诱导频率。

1.3.4 蔗糖通过影响 GA 含量来调节块茎形成

Xu 等[26]认为，蔗糖通过影响 GA 水平来调节块茎形成。郭华春等[29]的研究为上述连勇的观点提供了佐证：在试管薯诱导过程中，必须在培养基中添加高浓度蔗糖，添加的蔗糖不仅仅是碳源，同时会使赤霉素活性降低从而促进结薯，而这种赤霉素活性降低是通过蔗糖与赤霉素结合形成配糖体来实现的。

1.3.5 赤霉素通过提高 α-淀粉酶活性影响马铃薯产量

柳洪卫等[30]以微型薯为对象的研究表明，赤霉素能显著提高 α-淀粉酶活性。微型薯的产量与α-淀粉酶活性之间存在极显著的负相关的关系，赤霉素的浓度与 α-淀粉酶活性之间存在极显著的正相关关系。

1.3.6 光周期与 GA 块茎形成中的互作

Martínez-García 等[31]通过试验认为，有两个独立的途径控制着马铃薯块茎的形成.即光周期依赖途径和 GA 依赖途径。然而，光周期依赖的块茎形成在特定阶段需要 GA 的作用来统筹这一复杂的发育过程。

1.3.7 关于 GA 在马铃薯块茎发育过程中分子生物学的研究

Kloosterman 等[32]的试验表明：在马铃薯块茎发育的早期阶段，马铃薯 GA 2-氧化酶基因*StGA2ox1*可见膨大发生之前就上调了，而且主要在匍匐茎近尖端区域和正长大的块茎中表达。他们通过观察过表达和低表达转化体的表现提出，*StGA2ox1* 在块茎形成早期的角色是通过修饰匍匐茎近尖端区域 GA 水平来对块茎形成起作用从而为正常的块茎发育和生长提供便利。

关于与 GA 代谢有关且调控马铃薯块茎形成速率和数量基因方面，Rosin 等[33]的研究表明马铃薯（*S. tuberosum* L.）同源框 1 基因（*POTH1*）是一个从块茎早期 cDNA 文库中分离到的I 类同源框基因。对 *POTH1* 过表达植株而言，其节间 GA 生物合成途径的水平被改变，且在正义突变体（Sense mutants）中生物活性 GA--GA1 的量减少了一半。在过表达株系中，作为生物合成的关键酶，GA 20-氧化酶 1 的 mRNA 积累减少。在几个*POTH1* 过表达株系中无论是短日照条件还是常日条件，块茎形成均被增强。阳性株系较对照以更快的速率产生较多的块茎。这些结果意味着*POTH1* 通过扮演GA 生物合成负调节基因的角色来介导马铃薯的发育。

Bachem 等[34]分离到了一个与植物类固醇脱氢酶有强同源性的转录物衍生片段（Transcript-derived fragment）TDF511。在离体块茎形成过程中，TDF 的丰度变化表现为与块茎形成过程的紧密相关。然而，当块茎形成因在培养基中加入 GAs 而被抑制时，TDF511 的出现被延迟，而后在其后的发育阶段中其强度稳步上升。TDF511 cDNA 的一段以反义的方向被克隆于 CaMV 35S 启动子下游并转化到马铃薯中。表达反义基因的转基因植株的离体块茎形成试验揭示其匍匐茎长度比对照延长。内源 GA 水平分析表明转反义基因植株提高了生物活性 GA 及其各自前体的水平。他们认为该基因在对块茎生活史及植株发育有重要作用的植物生长物质的代谢中扮演一个角色。

Carrera 等[35]分离到了 GA 生物合成途径中的关键调节酶之一-GA 20 氧化酶的 cDNA 克隆（StGA20ox1），他们认为 30 min 的黑暗中断对该基因的诱导在通过应答日照条件调节 GA 水平来控制块茎形成方面起一定作用。

1.3.8 GA 在试管薯诱导中应用实例

在马铃薯试管薯诱导过程中培养母株时，黑龙江省农业科学院马铃薯研究所[36]以 MS（液）+GA3 0.4 $mg\cdot L^{-1}$ 培养试管薯诱导基础材料，王春林等[37]采用 MS（液）+GA3 0.1 $mg\cdot L^{-1}$+IAA 0.1 $mg\cdot L^{-1}$+6-BA0.1 $mg\cdot L^{-1}$+2%蔗糖培养母株。沈清景等[38]用附

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

加GA_3、NAA、CCC和白糖的浅层液体MS培养基培养基础苗。李天然[22]认为一般应采用液体MS不附加任何植物生长物质的培养基培养基础苗。

在Vreugdenhi等[24]的试验中，用含8%蔗糖的培养基离体培养腋芽可诱导试管薯的形成，同样的培养基添加0.5 μM GA则诱导形成匍匐茎。连勇等[39]对试管薯发生过程进行了更细、更科学的划分。他们采用以MS(液) + GA_3 0.5 mg·L^{-1} + IAA 1.0 mg·L^{-1} + 14%食用白糖诱导匍匐茎发生6~9 d，再转入结薯诱导培养基。张志军等[40]的试验结果肯定了连勇等的做法，他们认为，外源添加GA能促进马铃薯茎、叶和匍匐茎的生长，而抑制块茎的形成。

2　赤霉素在马铃薯组织培养中应用的前景

屈冬玉等[41]在论述"用现代科学技术改造我国马铃薯产业"这一论点时提到，现代科学技术包括的内容十分广泛，在马铃薯产业上我们可以利用的现代科学至少包括现代化学和现代生物学。现代化学为马铃薯产业提供丰富的化肥、植物生长调节剂(植物生长调节剂、生根剂和赤霉素等)和高效低毒的农药(除草剂、杀虫剂和杀菌剂等)。他在文中将赤霉素单独提出来，足见该植物生长物质在马铃薯繁育和生产上的具有不容忽视的地位。

另外，根据《意见》精神，笔者粗略计算，2010年对脱毒种薯的需求将比2005年净增2倍多。《意见》中明确提出：要进一步完善马铃薯种薯繁育体系和技术推广体系建设，积极探索高效、低成本的种薯繁育技术实现脱毒、组培、快繁、检测及规模化、工厂化生产，降低生产用种成本，加快良种的普及推广。笔者认为，《意见》中目标的实现有赖于诸多因素，但无可否认，科技创新和进步是必不可少的，其中包括赤霉素在内的植物生长物质的科学应用也是不可或缺的。从另外一个角度看，组织培养被称为马铃薯良种繁育基础的基础，即马铃薯脱毒成功与否、能否高效率地以离体快繁方式提供基础种(试管薯)苗(组培苗)对其后各级种薯生产而言是物质基础，没有组培所奠定的基础，其他各级种薯的生产只能是空谈。因而探索以赤霉素提高组织培养效率从这一点讲也很有必要。

由于赤霉素这一植物生长物质应用的历史较长，在马铃薯生产上的应用当然首推打破块茎休眠方面的应用，但在马铃薯组织培养方面应用的报道亦不少，因此提高马铃薯良种繁育水平，一方面要将这一传统试剂因事(根据生产目的)、因品种地在马铃薯组织培养中推广应用，另一方面要加强马铃薯内源赤霉素合成规律的研究，不局限于从匍匐茎顶端膨大前到收获过程中各器官的赤霉素含量的测定，更要追溯其内源合成分子生物学本质，以期最终为生产上应用外源促控措施提供最根本的指导。

[参 考 文 献]

[1] 黑龙江省农业科学院马铃薯研究所. 中国马铃薯栽培学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1994.

[2] 孙慧生, 刘文涛. 标准化、规模化、产业化繁育脱毒种薯,为中国马铃薯产业发展做贡献[M]//陈伊里, 屈冬玉.马铃薯产业——更快、更高、更强. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2008.

[3] 谢开云, 屈冬玉, 金黎平, 等. 中国马铃薯生产与世界先进国家的比较[M]//陈伊里, 屈冬玉.马铃薯产业——更快、更高、更强. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2008.

[4] 屈冬玉, 谢开云, 金黎平, 等. 大力推进三代种薯繁育体系建设, 提高中国马铃薯种薯质量和生产水平[M]//陈伊里, 屈冬玉. 马铃薯产业与现代农业. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2007.

[5] 孙慧生. 中国马铃薯种薯生产的几个问题[M]//陈伊里, 屈冬玉. 马铃薯产业与冬作农业. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2006.

[6] 林丛发, 魏泽平, 罗仰奋, 等. 马铃薯脱毒试管苗繁育及脱毒种薯生产技术[J]. 中国马铃薯, 2000, 14(4): 225-226.

[7] 罗玉, 冉春玲, 张铁, 等. 滇南农家马铃薯品种脱毒植株的获得[J]. 中国马铃薯, 2000, 14(4): 210-211.

[8] 刘丽艳. 马铃薯茎尖组织离体培养和脱毒快繁的技术[J]. 中国林副特产, 1998(1): 24-25.

[9] 吴凌娟, 张雅奎, 温福君, 等. 马铃薯茎尖脱毒技术在大兴安岭种薯生产上的应用[J]. 马铃薯杂志, 1998,12(3): 163-164.

[10] 徐福祥. 马铃薯脱毒种薯繁育体系的建立及其技术措施[J]. 农业科技通讯, 1992(1): 17.

[11] 郝文胜, 赵青辉, 曹亚利, 等. 诱导早大白茎尖分生组织适宜培养基的筛选[M]//陈伊里, 屈冬玉. 高新技术与马铃薯产业. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2002.

[12] 仲乃琴. 植物生长调节剂对不同马铃薯品种茎尖分生组织离体培养的影响[J]. 甘肃农业大学学报, 1999, 34(3): 296-299.

[13] 李明福. 用作遗传种质的马铃薯健康检验及其无毒苗的再生[J]. 植物检疫, 1997, 11(1): 4-8.

[14] 李杰, 杜玉梅. 马铃薯茎尖的无病毒繁殖[J]. 生物学教学, 1997(9): 35-36.

[15] 杨琼芬, 隋启君, 李世峰, 等. 马铃薯新品种"云薯201"脱毒种

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

苗生产中的影响因素研究[J]. 西南农业学报, 2006,19 (4) : 679.
[16] 肖玉兰. 影响无病毒马铃薯试管苗培育效果的因素[J]. 云南农业科技, 1995 (1) : 10-11.
[17] 林长春 , 滕丽伟. 不同形态和种类培养基对马铃薯茎尖生育的影响[J]. 马铃薯杂志, 1990, 4 (3) : 153-154.
[18] 姜成模, 金顺福, 崔哲官, 等. 马铃薯脱毒种薯生产技术及种薯基地建设的研究报告[J]. 延边农业科技, 1996 (50) : 14-23.
[19] 连勇. 茎尖培养应注意哪些问题 [EB/OL] . [2002-02-21]. http:// www.lingtian.com.cn/fwtd/jjpy.htm.
[20] 连勇. 哪些培养基适宜马铃薯茎尖分生组织培养[EB/OL]. 2002-02-21. http: //www.lingtian.com.cn/fwtd/nxpyj.htm.
[21] 黄萍, 颜谦, 童安毕, 等. GA3、NAA、BA 对马铃薯试管苗气生根形成的影响[J]. 种子 2003 (5) : 106-107.
[22] 李天然. 植物细胞组织培养与转基因植物[D]. 呼和浩特: 内蒙古大学, 1998: 96-98.
[23] Hussey G, Stacey N J. 影响马铃薯 (*Salanum tuberosum* L.) 试管薯形成的因素[J]. 马铃薯杂志, 1990, 4 (2) : 117-124.
[24] Vreugdenhil D, Boogaard Y, Visser R G F, et al. Comparison of tuber and shoot formation from in vitro cultured potato explants [J]. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 1998 (53) : 197-204.
[25] 连勇. 马铃薯块茎发育与休眠[M]//陈伊里, 屈冬玉. 高新技术与马铃薯产业. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2002.
[26] Xu Xin,Van Lammeren A A M, Vermeer E, et al. The role of gibberellin, abscisic acid, and sucrose in the regulation of potato tuber formation *in vitro*[J]. Plant Physiol, 1998, 117: 575-584.
[27] 张志军. 马铃薯试管薯快繁及其调控机理研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2004.
[28] 柳俊.马铃薯试管块茎的形成机理及块茎形成调控[D]. 武汉: 华中农业大学, 2001.
[29] 郭华春, 林满. 马铃薯块茎诱导中高浓度蔗糖对内源赤霉素活性的影响[M]//陈伊里, 屈冬玉. 高新技术与马铃薯产业. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2002.
[30] 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, 16 (3) : 141-143.
[31] Martínez-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.
[32] Kloosterman B, Navarro C, Bijsterbosch G, et al. *StGA2ox1* is induced prior to stolon swelling and controls GA levels during potato tuber development[J]. The Plant Journal, 2007, 52: 362-373.
[33] Rosin F M, Hart J K, Horner H T, et al. Overexpression of a knotted-like homeobox gene of potato alters vegetative development by decreasing gibberellin accumulation[J]. Plant Physiology, 2003, 132: 106-117.
[34] Bachem C W B, Horvath B, Trindade L, et al. A potato tuber-expressed mRNA with homology to steroid dehydrogenases affects gibberellin levels and plant development[J]. The Plant Journal, 2001, 25 (6) : 595-604.
[35] Carrera E, Jackson S D, Prat S. Feedback control and diurnal regulation of gibberellin 20-oxidase transcript levels in potato[J]. Plant Physiology, 1999, 119: 765-773.
[36] 黑龙江省农业科学院马铃薯研究所. 中国马铃薯栽培学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1994.
[37] 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.
[38] 沈清景, 叶贻勋, 凌永胜. 马铃薯试管薯诱导因素研究[M]//陈伊里. 面向21 世纪的中国马铃薯产业. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2000.
[39] 连勇, 刘蕾, 屈冬玉, 等. GA3、IAA 和 C/N 对马铃薯试管匍匐茎及试管薯形成的影响[J]. 马铃薯杂志, 1999, 13 (1) : 3-6.
[40] 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 , 17 (5) : 294.
[41] 屈冬玉, 谢开云, 金黎平, 等. 中国马铃薯产业与现代农业[M]// 陈伊里, 屈冬玉. 马铃薯产业与现代农业. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2007.

欢迎订阅 2009 年《中国马铃薯》杂志

《中国马铃薯》杂志是由东北农业大学和中国作物学会马铃薯专业委员会主办的国内唯一的马铃薯专业科技期刊。它以繁荣我国马铃薯事业为办刊宗旨，设有学术园地、研究简报、经验交流、综述、病害防治、栽培技术、产业开发、新品种介绍等栏目。

本刊国内外公开发行，双月刊，大 16 开本，每期定价 8.00 元，全年 48.00 元，哈尔滨市邮局发行，全国各地邮局订阅，邮发代号： 14- 167。读者也可直接汇款至编辑部订阅。

本刊承揽广告业务，欢迎各界广为利用。

联系人： 陆忠诚　　电话： 13936431480

通讯地址： 哈尔滨东北农业大学《中国马铃薯》编辑部　邮编： 150030　电话： 0451-55190003

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net