



马铃薯三代种薯体系 与种薯质量控制

MALINGSHU SANDAI ZHONGSHU TIXI
YU ZHONGSHU ZHILIANG KONGZHI

谢开云 何卫 主编



金盾出版社

JINDUN CHUBANSHE



马铃薯三代种薯体系 与种薯质量控制

主 编

谢开云 何 卫

编著者

谢开云

何 卫

李文娟

卢学兰

胡建军

梁南山

宁 红

金盾出版社

内容提要

本书由国际马铃薯中心及相关单位专家编著。主要内容有：马铃薯三代种薯体系简介、三代种薯体系的种薯质量控制、影响马铃薯种薯的主要病虫害及其防治。

本书内容先进实用，文字通俗易懂，适宜马铃薯种薯生产者、马铃薯种植户学习使用，亦可供技术推广人员及农业院校相关专业师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

马铃薯三代种薯体系与种薯质量控制/谢开云,何卫主编.
-- 北京:金盾出版社,2011.4
ISBN 978-7-5082-6790-6

I. ①马… II. ①谢…②何… III. ①马铃薯—良种繁育
IV. ①S532.03

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 006426 号

金盾出版社出版、总发行

北京太平路 5 号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 83219215

传真:68276683 网址:www.jdcbs.cn

北京印刷一厂印刷

兴浩装订厂装订

各地新华书店经销

开本:787×1092 1/32 印张:6.125 字数:95 千字

2011 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

印数:1~10 000 册 定价:18.00 元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

前言

马铃薯种薯是马铃薯生产中最重要的重要组成部分，其质量直接影响马铃薯产量、品质和种植效益。此外，马铃薯种薯质量还间接地影响到新品种推广和病虫害综合防治工作。自 20 世纪 80 年代以来，为提高我国马铃薯种薯质量，各级政府投入了巨大的资金，全国科技人员付出了艰辛的劳动，取得了一定的成就。但目前马铃薯种薯质量问题仍是我国马铃薯生产中最重要的问题之一。

针对我国马铃薯种薯生产环境较差、各地种薯分级混乱和质量控制难以开展的现状，由屈冬玉等人于 2007 年提出了马铃薯三代种薯体系的概念，旨在通过适当缩短种薯繁育周期、统一分级标准和开展全程质量控制，以期在短时间内迅速提高我国种薯质量。马铃薯三代种薯体系的概念不仅为我国广大种薯生产者和马铃薯种植者所接受，一些种薯公司已经采用该体系进行种薯生产，并取得了较好的经济效益和社会效益。三代种薯体系概念也影响了国外的一些种薯生产者，他们也认为种薯繁育周期太长，将显著增加种薯质量控制和种薯贮藏等方面的投入。需要指出的是，我们提出和推荐三代种薯体系的目的主要是为了迅速提高我国的种薯质量，而并非要求所有地区、所有品种和所有种薯生产者都只能采用三代种薯体系，根据实际情况，可能延续到四代或五代，也可能缩短到二代。

2008 年 5 月 12 日四川汶川大地震给农业生产，包括马铃薯生产，造成了巨大损失。国际农业磋商组织(CGIAR)

及其下属的国际马铃薯中心(CIP)为了恢复四川马铃薯生产发展,迅速采取了行动,筹措了特别项目经费,实施了“四川马铃薯种薯灾后重建项目”。该项目通过采用新的马铃薯种薯生产技术、推广新的高产抗病品种和加速三代种薯体系建设,提高各代种薯生产能力和种薯质量水平。

为了更好地建设马铃薯三代种薯体系,提高马铃薯种薯质量,根据我们对马铃薯三代种薯体系的理解和实践,编辑了本书,旨在使马铃薯种薯生产者、使用者、质量控制者和有关管理人员对该体系有更深入的理解,同时对影响马铃薯种薯质量的病虫害有进一步的认识。

本书所描述的病虫害均是与马铃薯种薯质量密切相关的,通过对这些病虫害的有效控制,将使马铃薯种薯达到各代种薯的质量标准。这些病虫害的资料主要来自荷兰马铃薯协会编辑的《马铃薯病虫害图谱》(Potato Diseases),少部分来自国际马铃薯中心编辑的《马铃薯病虫害图谱》(Potato diseases,insects and Nematodes)、国际马铃薯中心出版的《马铃薯主要病毒及其防治》(Potato Viruses and Their Control)、张文解和王成刚编辑的《马铃薯病虫害诊断和防治》和郑建秋编辑的《现代蔬菜病虫鉴别与防治手册》。为使本手册文字和图表简洁,我们没有一一标明每个图的来源,在此对原作者一并表示感谢。

谢开云 何 卫

目录

第一章 马铃薯三代种薯体系简介	(1)
一、什么是三代种薯体系	(1)
(一) 第一代种薯 (G1 种薯或称原原种)	(1)
(二) 第二代种薯 (G2 种薯或称原种)	(2)
(三) 第三代种薯 (G3 种薯, 又称合格种薯 或生产用种)	(2)
二、我国建立马铃薯三代种薯体系的必要性	(3)
(一) 符合我国种薯生产实际, 有利于迅速提高 种薯质量水平	(3)
(二) 种薯生产过程简化, 便于质量监督 与控制	(4)
(三) 有效避免种薯分级混乱现状	(4)
(四) 我国微型薯生产规模和生产技术为 三代种薯体系提供了保障	(6)
(五) 种薯补贴政策有利于推动三代种薯 体系的发展	(7)
三、三代种薯生产的关键环节和技术	(7)
(一) G1 种薯生产	(7)
(二) G2 种薯生产	(9)
(三) G3 种薯生产	(10)
第二章 三代种薯体系的种薯质量控制	(12)
一、种薯生产者登记制度	(12)
二、省级质量控制体系的建立	(14)

三、省级脱毒基础苗供应中心·····	(15)
四、G1 种薯质量控制·····	(16)
(一) 试管苗的质量控制 ·····	(17)
(二) G1 种薯生产的质量控制 ·····	(17)
(三) G1 种薯标签设计 ·····	(20)
五、G2 种薯质量控制 ·····	(21)
(一) 种薯来源·····	(21)
(二) G2 种薯生产场所选择 ·····	(21)
(三) G2 种薯田间质量控制 ·····	(22)
(四) G2 种薯收获后的质量控制 ·····	(23)
(五) G2 种薯的质量标准 ·····	(24)
(六) G2 种薯标签设计 ·····	(25)
六、G3 种薯质量控制·····	(26)
(一) 种薯来源·····	(26)
(二) G3 种薯生产场所选择 ·····	(26)
(三) G3 种薯田间质量控制 ·····	(26)
(四) G3 种薯收获后质量控制 ·····	(27)
(五) G3 种薯质量标准 ·····	(27)
(六) G3 种薯标签设计 ·····	(28)
第三章 影响马铃薯种薯的主要病害及其防治 ·····	(29)
一、种薯生产中主要的病毒性病害·····	(29)
(一) 马铃薯病毒常识及其防治·····	(29)
(二) 用症状学方法鉴别马铃薯病毒病·····	(32)
(三) 几种主要的马铃薯病毒病·····	(40)
(四) 用血清学方法 (ELISA : 酶联免疫吸附测定法) 检测马铃薯病毒·····	(59)

(五) 用指示植物鉴别马铃薯病毒·····	(65)
二、种薯生产中主要的真菌性病害·····	(68)
(一) 晚疫病 (<i>Phytophthora infestans</i>) ·····	(68)
(二) 早疫病 (<i>Alternaria solani</i>) ·····	(78)
(三) 黑痣病 (<i>Rhizoctonia solani</i>) ·····	(83)
(四) 镰刀菌萎蔫病和干腐病 (<i>Fusarium</i> spp.) ···	(92)
(五) 粉痂病 (<i>Spongospora subterranea</i>) ·····	(96)
(六) 粉腐病 (<i>Phytophthora erythroseptica</i>) ·····	(105)
(七) 白霉病 (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>) ·····	(111)
(八) 黄萎病 (<i>Verticillium dahliae</i> and <i>V. albo-atrum</i>) ·····	(117)
(九) 癌肿病 (<i>Synchytrium endobioticum</i>) ·····	(123)
(十) 银屑病 (<i>Helminthosporium solani</i>) ·····	(126)
三、种薯生产中主要的细菌性病害·····	(130)
(一) 青枯病 (<i>Ralstonia solanacearum</i>) ·····	(130)
(二) 环腐病 (<i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>sepedonicus</i>) ·····	(136)
(三) 地上茎腐病 (<i>Erwinia chrysanthemi</i>) 和黑胫病 (<i>E. atroseptica</i>) ·····	(139)
(四) 软腐病 (<i>Erwinia carotovora</i>) ·····	(143)
(五) 疮痂病 (<i>Streptomyces</i> species) ·····	(145)
第四章 种薯生产中的主要害虫及其防治 ·····	(150)
一、地上部害虫 ·····	(150)

(一) 蚜虫	(150)
(二) 蓟马	(158)
(三) 潜叶蝇	(161)
(四) 白粉虱	(164)
(五) 叶蝉	(166)
(六) 马铃薯跳甲	(169)
(七) 马铃薯甲虫	(171)
二、地下害虫	(175)
(一) 马铃薯块茎蛾	(175)
(二) 蛴螬和金龟子	(178)
(三) 地老虎	(182)
(四) 金针虫	(185)

第一章 马铃薯三代种薯体系简介

一、什么是三代种薯体系

为解决种薯分级混乱和迅速提高我国马铃薯种薯质量,根据我国种薯生产的实际情况,屈冬玉等人于2007年提出了采用三代种薯繁育体系($G1 \sim G2 \sim G3$)的概念,即在温室或网室等隔离条件下,利用试管苗生产第一代种薯($G1$ 种薯,也称为原原种,或微型薯),再利用 $G1$ 种薯在环境条件较好的大田繁殖第二代种薯($G2$ 种薯,也称为原种),将 $G2$ 种薯在大田条件下再繁殖一代,得到第三代种薯($G3$ 种薯,也称为合格种薯,或生产用种),将 $G3$ 种薯用于商品马铃薯生产,将整个种薯繁育周期缩短至三代。但各代种薯都有严格的大小和质量要求,具体介绍如下。

(一) 第一代种薯($G1$ 种薯或称原原种)

是指在人工隔离条件下(温室、网室或实验室)生产出的微型薯(重量在1g以上,20g以下,如果以直径计算,一般在10~25mm范围内),再次种植时不需要进行切块。可以利用组培苗(试管薯)在无病害基质中(蛭石、草炭、珍珠岩、细砂等)得到的微型薯;也可以是利用组培苗(试管薯)在无基质条件下(水培和雾培)得到的微型薯;还可以是组培苗直接移栽到人工隔离条件下生产的小块茎。无论何种方式生产出来的微型薯,都必须保证不带任何病害(不带任何病毒、真菌和细菌病害)。

(二) 第二代种薯 (G2 种薯或称原种)

指在自然条件好 (高海拔、蚜虫少、气候冷凉)、天然隔离条件较好、周边 (800m 内) 无其他级别种薯或商品薯等条件下, 利用第一代种薯 (G1 种薯) 生产出来的种薯, 大小控制在每块 75g 以下 (直径 35 ~ 45mm 为宜)。不带各种真菌、细菌病害, 田间病毒株率 (PLRV、PVX、PVY、PVS) 不超过 1%。

(三) 第三代种薯 (G3 种薯, 又称合格种薯或生产用种)

指在自然条件较好 (海拔较高、蚜虫较少、气候较冷凉)、天然隔离条件较好、周边 (800m 内) 无商品薯等条件下, 利用第二代种薯 (G2 种薯) 生产出来的、块茎大小在 100g 以下 (直径 35 ~ 55mm 为宜) 的种薯。不带各种真、细菌病害, 田间病毒株率 (PLRV、PVX、PVY、PVS) 不超过 5%。

三代种薯体系的概念也得到了国际马铃薯中心 (CIP) 科学家的赞同。在 2008 年四川汶川大地震发生后, 国际马铃薯中心立刻向国际农业磋商组织提交了利用三代种薯体系恢复和提高四川省马铃薯种薯的数量和质量的科技救灾项目, 项目很快得到批准。从 2008 年底到 2010 年, 在国际马铃薯中心、四川省农业科学院和四川省农业厅等单位的共同努力下, 项目实施取得了一定的成就, 为四川省及西南地区的马铃薯种薯生产提供了可借鉴的经验。

二、我国建立马铃薯三代种薯体系的必要性

（一）符合我国种薯生产实际，有利于迅速提高种薯质量水平

众所周知，中国是世界上最大的马铃薯生产国，种植面积和产量分别占世界的 25% 和 20% 左右。虽然中原二作区和南方冬作区基本上是从外省调运种薯，但这部分地区马铃薯种植面积只占全国种植面积 15% 左右。马铃薯种植面积占全国 85% 左右的北方一作区和西南混作区，一般都是重要的种薯生产地区，同时也是重要的商品薯生产地区。在这两个重要的马铃薯生产大区，种薯生产和商品薯生产没有严格的区域布局，也没有规范的种薯生产、质量控制和管理体系。种薯生产基本上还处于一种无序的状态。在某些马铃薯生产大县，由于马铃薯种植面积较大，常常出现倒茬困难的状况。即使可以倒茬，也常常出现与不同级别种薯、甚至商品薯交错分布的状况。这些因素造成我国种薯质量难以提高。在一些省（区）尝试着将少量微型薯分发至农户，即所谓的“脱毒种薯一步到位法”，结果并没有得到预期的效果，其中重要原因之一就是受周边环境影响，加速了病毒和其他病害对微型薯的影响，使种薯质量难以保证。为了迅速提高我国的种薯质量，我们只能缩短种薯繁育周期，将现在的五代种薯体系（原原种、一级原种、二级原种、一级合格种薯和二级合格种薯）缩短至三代，保证种薯在尚未严重退化前（病毒株率低于 5%）就用于商品薯生产。

(二) 种薯生产过程简化, 便于质量监督与控制

按照 GB 18133-2000 规定的种薯生产程序, 从试管苗到二级合格种薯最少需要 5 代 (或需要 5 年时间), 这期间都有很多环节需要进行质量控制, 例如试管苗生产至少需要对基础苗进行质量检测, 试管苗移栽前 (用于原原种生产) 需要进行质量检测, 原原种 (微型薯) 生产过程中需要进行至少两次现场质量抽检, 原原种收获后还需要进行抽样检测, 其他各级种薯生产过程中需要进行质量跟踪检测。质量监控的工作量相当大, 而目前我国从事马铃薯质量控制的部门和人员根本不能满足质量控制的要求, 因此种薯质量几乎无法全程控制。

采用三代种薯体系, 可以简化生产过程, 只需要重点对基础苗和试管苗 (室内) 和 G1 (人为隔离条件) 质量进行严格控制, 就能显著提高我国的种薯质量。对 G2 种薯和 G3 种薯的质量控制, 主要通过田间检验人员的目测进行, 简便易行。如果近期内能将种薯的病毒株率控制在 5% 以下, 我国马铃薯种薯的质量将有一个质的飞跃。

只要采取严格的质量控制措施, 一定能将 G2 种薯的病毒株率控制在 1% 以下, G3 种薯的病毒株率控制在 5% 以下。这样我国马铃薯种薯质量不但能有较大的提高, 而且质量与国际同类标准相当, 可大大增强我国种薯的国际竞争力。

(三) 有效避免种薯分级混乱现状

关于种薯分级, 全世界都处于一种混乱状态, 甚至同一个国家内都有不同的分级体系, 各级种薯的名称也不尽相同。欧盟的种薯分级体系为三级种薯, 即原原种 (Pre-

basic seed)、原种 (Basic seed) 和合格种 (Certified seed)。但每个级别中又可能再细分成若干个级别, 如原种, 不同国家分为 1 ~ 4 级不等, 俄罗斯只有 1 级, 为 SSE 级, 而芬兰、瑞典、丹麦和法国又细分为 4 个级别。其中俄罗斯每个级别中不再细分, 只是简单地分为: SSE 级 (相当于原原种)、SE 级 (相当于原种) 和 E 级 (相当于合格种薯), 所以俄罗斯的种薯生产体系相当于我们所提倡的三代种薯生产体系。芬兰是种薯分级最多的国家, 其中原原种就分为 4 个级别, 原种分为 3 个级别, 合格种薯分为 2 个级别, 种薯从 SS 级到 B 级, 分成了 9 级: SS、S、SEE、SE、E1、E2、E3、A 和 B。

美国的分级体系更是复杂, 不同州之间有不同的分级体系, 一般分为 6 ~ 7 级。加拿大的分级体系不同于其他国家, 自成一体, 分为: 原原种 (Pre-elite), 原种 I (Elite I), 原种 II (Elite II), 原种 III (Elite III), 原种 IV (Elite IV), 基础种薯 (Foundation), 合格种薯 (Certified)。

2000 年重新修改和发布的国家标准 (GB 18133-2000) 中规定了我国的马铃薯种薯级别为: 原原种、原种 I、原种 II、合格种薯 I 和合格种薯 II 等 5 个级别。但不同地区使用的级别有所不同, 如, 谢从华在西南地区提出的超级原种 (微型种薯)、一级原种、二级原种、一级良种; 李文刚在内蒙古提出的原原种、原种、一级良种、二级良种到三级良种; 董玲在安徽提出的原原种、原种和生产用种; 朱汉武在甘肃定西提出的级别为原原种、原种、一级种和二级种; 张仲平在云南省昆明市种薯体系中提出的微型薯、原种、一代种和生产用种; 在贵州省分为微型薯 (原原种)、原种和一、

二、三级种；黑龙江省将种薯分为原原种（微型薯）、原种一级、原种二级、一级良种、二级良种（有些地区无此级）和生产用种等6级；青海省种薯生产体系中则只分为原原种和原种，但原种分为一代原种至五代原种等级别。建立三代种薯体系，用种薯代数来代替种薯的各种级别，便于统一各地的混乱分级。

（四）我国微型薯生产规模和生产技术为三代种薯体系提供了保障

采取三代种薯繁育体系，按目前我国每年的马铃薯播种面积在500万 hm^2 计算，每年需要种薯量为1125万t左右（种薯用量按 $2.25\text{t}/\text{hm}^2$ ），种薯平均产量按 $22.5\text{t}/\text{hm}^2$ 计算，每年需要种植G3种薯50万 hm^2 左右。要满足50万 hm^2 的G3种薯生产需要G2种薯112.5万t，仍按 $22.5\text{t}/\text{hm}^2$ 产量计算，需要种植G2种薯5万 hm^2 。生产G2种薯时，每 hm^2 需要G1种薯（微型薯）7.5万~12万粒，全国则需要G1种薯（微型薯）37.5亿~60亿粒。如果普及率按60%计算，需要22.5亿~36亿粒G1种薯（微型薯）。由于缩短了种薯的繁殖年限，对组培苗和一代种薯（微型薯）的需要量大大增加。

近些年，农业部投资建设了大量的脱毒快繁中心，在重要的马铃薯生产省（区）都至少有一个投资500万元以上、生产能力3000万粒以上的脱毒快繁中心。加上各省（区）自己投资兴建的及企业自投资金兴建的各类脱毒快繁设施，到2010年，我国微型薯的生产能力达到了15亿~20亿粒的规模。由于组培快繁技术的普及，如果需要，可很快兴建更多的脱毒快繁中心，迅速增加一代种薯（微型薯）的

生产量，保证三代种薯体系的实施。

（五）种薯补贴政策有利于推动三代种薯体系的发展

由于马铃薯在粮食安全和增加农民收入等方面能发挥重要的作用，近年来从中央政府到省、县政府都特别重视对马铃薯生产的扶持。从 2009 年开始，农业部开始在重要马铃薯生产省区进行了良种补贴试点，补贴标准为：原种生产每 667 米² 补助 500 元，良种生产每 667 米² 补助 100 元。有些省（区）也制定了自己的补贴标准，良种补贴标准从每 667 米² 80 ~ 150 元不等。实行三代种薯体系，更便于政府决策部门制定和实行种薯补贴政策。例如，原种（G2 种薯）补贴就补贴购买原原种（G1 种薯或微型薯），避免有些地方所有的种薯都称为原种，或者分为一级原种、二级原种或三级原种等混乱称谓，保证补贴标准的准确性和公平性。通过各级政府实施的马铃薯种薯生产补贴，可降低种薯生产者的成本，增加优质种薯的数量和提高优质种薯的质量。

三、三代种薯生产的关键环节和技术

（一）G1 种薯生产

关键环节：脱毒试管苗快繁技术和微型薯生产技术。需要根据微型薯生产方法和计划生产微型薯数量来确定需要的试管苗数量。一般情况下，用基质方法生产微型薯，一般马铃薯品种每株试管苗可生产微型薯 5 粒左右。在试管苗质量有保证的情况下，可以剪切 3 ~ 5 次，以增加微型薯的繁殖效率，即一株试管苗可生产微型薯 10 个左右（每段剪切苗可生产微型薯 2 粒左右）。

试管苗数量的估算方法如下：一般情况下，每个组培瓶可生产 30 株试管苗，每个标准的组培架（长 1m，宽 0.45 ~ 0.50m，高 1.65 ~ 1.8m，分 5 层）每架可放 500 瓶，一个组培架一次可出试管苗 15 000 株。每个组培架平均占地面积按 1.3m^2 计算（包括过道）， $1\,000\text{m}^2$ 的培养室，一次可以出试管苗 1 000 万株左右。而整个组培中心的面积应当是培养室面积的 2 倍左右。

为提高试管苗的生产效率，研究人员对不同类型的培养基（固体或液体）、不同的配方（加糖或不加糖）、不同的光照培养条件（自然光照或日光灯）等进行深入细致的研究，取得了一些高效低成本的试管苗快繁方法。有关种薯生产繁育单位可根据生产条件和技术掌握程度采用切实可行的试管苗生产技术。

利用基质生产微型薯，每平方米可扦插试管苗 200 株左右（株距 5cm，行距 10cm），1 000 万株试管苗需要 5万 m^2 的苗床，按网室利用为 70% 计算，需要 7万 m^2 左右网室（100 亩左右）。按目前的生产水平，一般每 667m^2 可生产微型薯 20 万 ~ 30 万粒，1 000 万株试管苗可生产 2 000 万 ~ 3 000 万粒微型薯。需要注意的是：由于生产地点、生产条件（基质）、生产经验和生产管理水平的不同，同样的试管苗在不同繁殖中心生产的微型薯数量可能差异较大。

为提高微型薯生产效率，目前很多种薯繁育单位正在尝试使用一些新的无基质微型薯生产技术，如水培和雾培等生产技术，值得进一步完善和大规模推广。特别是雾培生产技术，不仅可以节省大量的基质，而且可以节省大量的组培苗和生产空间。单位面积上的生产效率一般为基质