

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2007)04-0223-05

我国马铃薯种质资源研究现状与育种方法

张丽莉¹, 宿飞飞², 陈伊里¹, 卢翠华¹, 程海民³

(1. 东北农业大学农学院, 哈尔滨 150030; 2. 黑龙江省农业科学院脱毒苗木所, 哈尔滨 150086;

3. 沈阳军区通北第一农副业基地, 北安 164031)

摘要: 文章从种质资源的搜集引进历程、研究利用现状、保存等方面回顾了我国马铃薯种质资源的研究进展, 并介绍了引种、杂交育种、自然诱变育种、辐射育种、天然籽实生苗育种、生物技术育种和细胞工程育种等方法以及各种育种方法所取得的成就, 最后探讨了当前我国马铃薯种质资源研究利用及育种工作中存在的主要问题, 并提出解决方法。

关键词: 马铃薯; 种质资源; 育种方法

马铃薯(potato)为茄属(*Solanum*)能结块茎的一年生草本、多倍性作物, 既可利用浆果内的种子(实生种子)进行有性繁殖, 也可借块茎进行无性繁殖^[1]。马铃薯起源于拉丁美洲秘鲁和玻利维亚等国的安第斯山脉高原地区。大约在16世纪中期, 马铃薯从南北两条路线传入我国并分布于大部分地区。一条路线是从海路引进京津、华北地区; 另一条路线是从东南亚引种至台湾, 尔后传入闽粤沿海各省^[2]。目前我国是世界第一大马铃薯生产国, 栽培面积为约490多万hm², 占全球播种面积的25%, 占亚洲的60%^[3]。我国马铃薯育种研究经历了国外引种鉴定到杂交育种、生物技术育种的进程, 据统计, 过去60多年育成了将近190个品种^[4]。随着马铃薯产业的蓬勃发展, 各类专用品种奇缺, 不能满足生产需要。因此应加强马铃薯种质资源及其育种方法的研究, 选育出更多的专用种品, 以满足当前生产需要。

1 我国马铃薯种质资源的搜集引进

种质资源又称遗传或基因资源, 它包括一种作物的当地的和外来的新、老品种及育种材料, 近缘野生种以及通过有性杂交、体系胞杂交和诱变、基

因工程等创造的新类型^[5]。马铃薯具有丰富的生态多样性和广阔的适应性, 根据Hawkes的分类, 目前发现马铃薯有235个种, 其中7个栽培种, 228个野生种, 能结薯的种有176个^[6]。种质资源的搜集引进、鉴定、创新和利用一直为我国马铃薯育种者所重视。

1.1 地方品种的搜集

在1936~1945年间, 管家骥、杨鸿祖共搜集了800多份地方材料^[7]。1956年组织全国范围内的地方品种征集, 共获得马铃薯地方品种567份, 其中很多具有优良特征^[8]。筛选出36个优良品种, 如抗晚疫病的滑石板、抗28星瓢虫的延边红。1983年编写出版了《全国马铃薯品种资源编目》, 收录了全国保存的种质资源832份, 为杂交育种提供了丰富的遗传资源^[9]。

1.2 国外品种的引进

马铃薯在产量、品质性状、抗病虫性及对各种逆境的耐性等方面, 存在广泛的遗传多样性。为此世界各国马铃薯育种家都努力组织征集和利用各类外来种质资源^[10]。

1934年开始从国外引进了大批的品种、近缘种和野生种。1934~1936年, 管家骥从英国和美国引进14个品种, 20世纪40年代中期, 前中央农业试验所从美国农业部引入了62份杂交组合实生种子^[11]。从1936~1945年, 我国从英、美、苏等国

收稿日期: 2006-07-11

作者简介: 张丽莉(1976-), 女, 实习研究员, 主要从事马铃薯组织培养与脱毒快繁研究工作。

引进的材料中鉴定出胜利、卡它丁等6个品种在各地推广。1947年杨鸿祖从美国引进了35个杂交组合。20世纪80年代末至90年代初从国际马铃薯中心引进群体改良无性系1000余份, 引进杂交组合实生种子140份, 筛选出了一批高抗晚疫病和抗青枯病的种质资源^[12]。1995年后, 随着国际交流增加、马铃薯加工业的发展, 从荷兰、美国、加拿大、俄罗斯、白俄罗斯等国和马铃薯中心引进了食品、淀粉加工和抗病等各类专用型品种资源, 近年来我国从国际马铃薯中心共引进抗病、抗干旱和加工等种质资源3900多份^[13]。据估计, 目前我国共保存了1500~2000份种质资源。

国外品种最基本的种质来源是20世纪40~50年代引自美国、德国、波兰和前苏联等国, 少数来自加拿大、CIP(国际马铃薯中心)^[14]。美国引入的品种资源有卡它丁、小叶子、火玛、红纹白、西北果、七百万等品种及杂交实生种子。德国品种有德友1~8号及白头翁、燕子等品种。波兰品种有波友1号(Epoka)、波友2号(Evesta)等品种。

2 我国马铃薯种质资源的研究利用

2.1 马铃薯四倍体栽培种的研究利用

2.1.1 马铃薯普通栽培种(*Solanum tuberosum* subsp. *tuberosum*)的研究利用

马铃薯普通栽培种经不断的传播和适应性选择, 形成了大量的适应不同生态条件和不同用途的栽培品种, 具有抗晚疫病、抗疮痂病、抗马铃薯PLRV、高淀粉、高蛋白、低还原糖、适应性广、薯型好等多种经济特性和形态学特征, 是育种的主要亲本资源, 也是种间杂交中改良其他种不良性状的主要回交亲本^[13]。多子白、卡它丁、疫不加、米拉、白头翁、小叶子是我国马铃薯育种中最常用的亲本材料, 用这些亲本育成了80多个品种, 几十年来, 创造了几百份具有不同特性的优良亲本材料^[14]。

2.1.2 安第斯亚种(*S. tuberosum* subsp. *andigena*)的研究利用

安第斯亚种遗传变异类型多, 含有多种抗原(如抗癌肿病、黑茎病、病毒病等); 含有高淀粉、高蛋白质和低还原糖含量等优良基因^[13]。在广泛收

集安第斯亚种的基础上, 在长日照条件下, 通过多于6周期的轮回选择, 获得了适应长日照条件、经济性状和特性近似于普通栽培种、遗传基础更丰富、变异更广泛的新型栽培种(*Neo-tuberosum*)^[15]。20世纪70年代通过轮回选择方法对引进的经初步改良的安第斯亚种进行群体改良, 选育出了NS12-156-1、NS79-12-1等高淀粉、高蛋白、低还原糖的新型栽培种亲本^[16]。拓宽了我国马铃薯育种的遗传基础, 并选育出东农304、中薯4号等11个新品种和东农H1、呼H3等实生种子杂交组合^[4]。

2.2 马铃薯野生种和原始栽培种的研究利用

马铃薯野生种和原始栽培种具有许多在普通栽培种中难以发现的优良基因, 如抗病(青枯病和主要病毒病)、耐旱、高干物质、低还原糖含量和耐低温贮藏等^[17]。中国农业科学院蔬菜花卉研究所和南方马铃薯研究中心通过对*S. phureja*、*S. demissum*和*S. acaule*等野生种和近缘栽培种的种间杂种鉴定, 筛选出高淀粉(18%~22%)的材料67份, 河北坝上农科所利用*S. stoloniferum*与栽培品种杂交和回交, 选出了淀粉含量高达22%的坝薯87-10-19^[4], 黑龙江省农业科学院马铃薯研究所研究利用*S. stoloniferum*、*S. acaule*等与普通栽培种杂交和回交, 筛选出40份抗PVX、PVY的材料^[18]。应用各种育种技术将野生种和近缘栽培种的有用基因转育到四倍体栽培品种中的方法, 育成国家级审定品种“中大1号”(高淀粉品种)^[4]。

3 我国马铃薯种质资源的保存

3.1 田间种质库保存

我国马铃薯种质资源过去一直采用“春播、秋收、冬窖藏”的方法保存。但是, 田间保存不仅需要大量的人力、物力和财力, 而且不可避免地受到各种灾害(干旱、洪涝、病虫害等)和人为因素的影响, 最终可能造成资源混杂或遗失。

3.2 离体保存

20世纪80年代以来利用茎尖脱毒、组织培养技术逐渐将资源转育成试管苗保存。离体条件下试管苗保存即避免田间病虫害的侵袭, 减少资源流失, 又具有占用空间小, 维持费用相对较低, 便于国际间的种质交流等优点。离体保存可分为一般保

存和缓慢生长法保存。一般保存马铃薯试管苗利用MS固体培养基,保存温度为20~22℃,光照为2000 lx(16 h),每3~6个月继代培养一次。缓慢生长法保存是通过调节培养环境条件,在MS培养基中添加适量甘露醇、矮壮素等,抑制保存材料的生长和减少营养消耗来延长继代培养时间。低温及甘露醇相结合也能增加试管苗的保存时间。例如克山马铃薯研究所从20世纪80年代初,就利用茎尖组织培养技术逐渐将资源材料转育成试管苗保存^[8]。

3.3 微型薯保存

马铃薯微型薯的诱导成功为资源保存开辟了一条新的途径。据国际马铃薯中心报道,与试管苗相比,微型薯一般条件下可保存2年,低温条件下能延长至4~5年。例如,“八五”初期,克山马铃薯研究所利用含有Bap和8%蔗糖的MS培养基在光照条件下生产出部分资源的微型薯,并在6℃下保存近1年半^[9]。

4 我国马铃薯的主要育种方法

4.1 引种

从国外引入马铃薯品种,经过筛选鉴定,选出在生产上直接推广利用的材料,或为杂交育种提供亲本材料。例如20世纪50年代黑龙江省克山试验站从东德、波兰引入推广了8个品种,其中米拉、疫不加、阿奎拉和白头翁等品种在生产上发挥了较大作用。

4.2 杂交育种

杂交育种又称组合育种,是根据新品种的选育目标来选配亲本,通过人工杂交的手段,把分散在不同亲本上的优良性状组合到杂种之中,对其后代进行单株系选和比较鉴定来培育新品种的一种重要育种途径。根据亲本的亲缘关系远近不同,可区分为品种间杂交(近缘杂交)和种间杂交(远缘杂交)。

品种间杂交一般包括品种(系)间的杂交、自交、回交和杂种优势(指纯自交系间的杂交)等四种方式。目前已育成了100多个品种,其中大多数品种都是通过品种间杂交选育而成的,例如以波友1号为亲本之一育成了克新2号、克新10号、坝薯9号等品种;以米拉为亲本之一育成克新2号、克新3号及高原2号、超白等品种^[14]。

种间杂交(远缘杂交)早在20世纪50年代就已

经开始研究,仅在近缘栽培种方面取得了一些成绩,通过对新型栽培种的群体改良,筛选了一批有价值的优良亲本^[7]。应用种间杂交技术诱导普通栽培品种孤雌生殖,筛选了优良的双单倍体诱导者NEAP-16、D-2-1等,获得了大量双单倍体,筛选了一大批高频率产生2n花粉二倍体杂种材料,其中农艺、加工性状优良,稳定地高频率产生2n花粉(20%以上)的材料有HS225、R22、QCE51-51-1、DY10-5等20多份,2n花粉频率最高达35.5%。并利用这些亲本培育出一些不同用途的优良品种(东农304、克新11号、内薯7号等)^[7]。

少数品种由自交方法育成(克新12号、克新13号等),回交方法主要用于亲本材料的改良,由于马铃薯遗传基础极为复杂,杂种优势的利用还处在研究探索阶段,进展不大。

4.3 自然变异选择育种

许多马铃薯品种的芽眼有时会发生基因突变,突变的频率很低(10^{-8}),遗传型改变较小,产生与原品种在形态上或其他生物学性状上不同的优异类型,将这种类型扩大繁殖成为一个新品种。例如:河北坝上农科所育成的坝丰收品种是来自沙杂1号品种的芽变^[13]。

4.4 辐射育种

辐射育种是通过物理手段人工诱发遗传物质的变异。在马铃薯中,其诱变频率增加1000倍左右,是马铃薯新品种选育的一种手段,并在实践中选育出一批有利用价值的新品种(系)。常用的是X射线, γ 射线,一般用来照射马铃薯块茎,通常的剂量为2000~5000 R(伦琴)。青海省大通县农业科学研究所曾利用深眼窝品种经辐射处理后选育出高产、高抗晚疫病的新品种辐深6-3^[17]。

4.5 天然籽实生苗育种

天然籽实生苗育种是马铃薯最原始的育种途径,在栽培天然籽实生苗的过程中,一旦发现优良性状的单株,就可以通过块茎的无性繁殖将其固定下来,经比较试验扩大繁殖就可成为一个新品种(系)^[11]。采用这种方法,我国各地选育出一批适合当地栽培的新品种(系)。例如,藏薯1号(波兰2号天然籽实生苗中选出)、本66013(男爵品种天然籽实生苗)^[11]。

4.6 生物技术育种

4.6.1 基因转移

通过外壳蛋白基因介导, 复制酶基因介导, 表达基因调控序列和核酶等基因工程途径, 获得了一批不同程度上抗 PVX、PVY、PLRV 的转基因马铃薯栽培种, 这些转基因马铃薯多数已进入田间试验; 马铃薯青枯病抗菌肽基因工程已获得成功; 转抗马铃薯 PSTVd 的核酶基因工程马铃薯也已问世; 马铃薯抗晚疫病转基因工程也获得重大突破, 现已获得抗病植株; 外源 DNA 导入方面正在试验当中, 现已得到变异材料^[7, 20]。

4.6.2 染色体工程育种

染色体工程育种也称倍性操作育种, 1963 年由 Chase 提出来的育种方案, 即将四倍体降为二倍体, 先在二倍体水平上进行选育, 杂交和选择, 然后再经过染色体加倍, 使杂种恢复到四倍体水平。为野生种的利用展示了美好的应用前景^[21]。我国如今已在诱导双单倍体和一单倍体, 染色体加倍及 2n 配子利用等方面获得了成功。

4.7 细胞工程育种

细胞工程育种主要是指利用花药组织培养、原生质体培养、体细胞融合与杂交等技术进行育种的方法。华中农大、甘肃农大、中国农科院蔬菜花卉所、东北农业大学等单位开展了此方面研究, 并获得了体细胞杂种植株和其他优良品系, 目前正在评价和应用用于育种之中^[7]。

5 问题与展望

我国种质改良滞后, 野生资源利用研究进展缓慢, 缺乏长期、系统的研究。今后应集中资金, 加强公关, 通过相关学科的协作综合评价, 利用分子生物学技术开展遗传多样性的鉴定及核心种质的研究、优异性状的分子标记、基因定位, 应用农艺形态学、分子生物学和生物化学相结合的方法, 开展马铃薯的进化和分类研究、重要性状的遗传传递规律研究, 使马铃薯从形态表现型鉴定和筛选逐步转向以分子生物学鉴定为基础的基因型鉴定和筛选^[22]。

我国育成品种的亲本材料均未突破 *S. tuberosum* 的范围, 说明育成材料的遗传基因比较狭窄^[23],

必须将新型栽培种和野生种的种质导入栽培种中, 才能对栽培种的改良有较大的突破。应坚持有针对性的种质资源收集与引进, 对已引进的资源材料, 应及时有效的评价鉴定, 防止丢失。我国拥有丰富的地方品种资源, 具有独特的区域适应性, 所以在引进国外资源的同时, 也应当重视本国地方品种资源的筛选利用^[24]。在总体策略上采取在鉴定中发掘, 在发掘中改良, 在改良中创新, 在创新中利用。

马铃薯科研力量薄弱, 全国从事马铃薯品种选育的科技人员目前仅有二、三百人, 杂交组合配置盲目、规模小, 育出的品种也是地域化极强^[25]。因此应加强各育种单位之间的合作, 建立马铃薯种质资源、遗传图谱及基因序列、结构、功能的信息网络系统, 以充分利用国内外最新研究成果, 实现资源共享。

[参 考 文 献]

- [1] 孙慧生. 马铃薯育种学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [2] 佟屏亚, 赵国馨. 马铃薯史略[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1991: 35-36.
- [3] 尹江, 马恢. 马铃薯种薯质量控制[M]// 陈伊里. 马铃薯产业与冬作农业. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2006: 295-299.
- [4] 金黎平, 屈冬玉, 谢开云, 等. 我国马铃薯种质资源和育种技术研究进展[J]. 种子, 2003, (5): 98-100.
- [5] 贾继增, 黎裕. 植物基因组学与种质资源新基因发掘[J]. 中国农业科学, 2004, 37(11): 1585-1592.
- [6] Hawkes J G. The potato: Evolution, biodiversity and genetic resources[M]. London: Belhaven Press, 1990.
- [7] 金黎平, 屈冬玉. 我国马铃薯种质资源利用及育种技术[C]. 全国蔬菜遗传育种学术讨论会, 318-324.
- [8] 王仁贵, 刘丽华. 中国马铃薯种质资源研究现状[J]. 作物品种资源, 1995, 3: 20-22.
- [9] 黑龙江省农科院. 全国马铃薯品种资源目录[G]. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 1983: 12.
- [10] 夏平. 国外种质资源在我国马铃薯生产中的应用[J]. 中国马铃薯, 2000, 14(1): 41-43.
- [11] 金光辉. 我国马铃薯育种方法的研究应用现状及其展望[J]. 中国马铃薯, 2000, 14(3): 184-186.

中图分类号: S532; S143.92; S436.31 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2007)04-0227-04

生物源农药防治马铃薯晚疫病研究进展

郭梅¹, 闵凡祥¹, 王晓丹¹, 胡林双¹, 董学智³, 马纪¹, 李学湛¹, 吕军^{2*}

(1. 黑龙江省农业科学院植物脱毒苗木研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086; 2. 黑龙江大学农学院, 黑龙江 哈尔滨 150070; 3. 东北农业大学, 黑龙江 哈尔滨 150030)

摘要: 生物源农药为马铃薯晚疫病的无公害防治提供了一条充满希望的途径, 大量的研究表明, 紫茎泽兰、漏芦、板蓝根、紫苏、苦参、诃子、五倍子、知母、大蒜等几十种植物的有机溶剂提取物或水提取物中含有抑制晚疫病菌生长、延缓病害发展进程的活性成分; YX 拟青霉菌、*P. fluorescens*、假单孢菌、嗜线虫致病杆菌及生防菌 B9601 等菌株或其代谢物具有杀菌活性, 可进行更深入的研究或在生产中加以利用。同时, 对生物源农药研究和利用过程中存在的问题及其克服途径进行了探讨, 并就其发展方向提出建议。

关键词: 马铃薯晚疫病; 生物农药; 防治

由致病疫霉(*Phytophthora infestans*)引起的马铃薯晚疫病是马铃薯生产中的毁灭性病害, 每年给世

界粮食生产造成的损失达 170 亿美元, 我国的损失约为 10 亿美元^[1]。应用抗病品种是防治马铃薯晚疫病的基本措施, 但目前生产中应用的加工品质好的品种多不抗病, 同时由于晚疫病在适宜的条件下有着极高的流行速率, 因此其防治仍主要依靠施用化学农药^[2]。但是, 化学农药的长期大量应用除造

收稿日期: 2007-00-00

基金项目: 黑龙江省青年基金资助项目(QC05C54)

作者简介: 郭梅(1968-), 女, 副研究员, 主要从事马铃薯病害检测与研究。

* 通讯作者: E-mail: jun_lv@163.com

- [12] 田祚茂, 滕建勋. CIP 抗晚疫病、抗青枯病种质资源材料的筛选与评价[J]. 马铃薯杂志, 1995, 9(4): 206-210.
- [13] 金黎平, 屈冬玉, 谢开云, 等. 马铃薯及其近缘种的利用[M]// 陈伊里. 马铃薯产业与东北振兴. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2005: 225-232.
- [14] 金光辉. 中国马铃薯主要育成品种的种质资源分析[J]. 作物品种资源, 1999(4): 12-13.
- [15] Simmonds N W. Evolution of Crop Plants[M]. London and New York: Longman Publish Company, 1974.
- [16] 陈伊里, 石瑛, 王凤义, 等. 新型栽培种在中国马铃薯育种中的利用[M]// 陈伊里. 中国马铃薯研究与产业开发. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2003: 70-76.
- [17] 金黎平, 屈冬玉, 谢开云, 等. 中国马铃薯育种技术研究进展[M]// 陈伊里. 中国马铃薯研究与产业开发. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2003: 10-19.
- [18] 刘喜才, 张丽娟, 孙邦升, 等. 马铃薯资源研究现状与发展对策[J]. 中国马铃薯, 2007, 21(1): 39-41.
- [19] 李其文, 王仁贵. 克山马铃薯品种资源的研究现状[C]. 中国加拿大马铃薯项目国际学术研讨会论文集. 1994, 111-116.
- [20] 张鹤龄. 我国马铃薯品质改良, 抗真菌细菌病害基因工程进展[M]// 陈伊里. 中国马铃薯研究与产业开发. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2003: 20-29.
- [21] Chase S C. Analytical breeding of *Solanum tuberosum*[J]. Can J Gen Cyt, 1963, 5: 359-363.
- [22] 柳俊, 谢从华, 吴承金, 等. 我国马铃薯育种研究浅析[M]// 陈伊里. 马铃薯学术研讨文集. 哈尔滨: 黑龙江科技出版社, 1996: 39-44.
- [23] 田祚茂, 赵迎春, 程群. 国外马铃薯种质资源的引进, 筛选与利用[J]. 中国马铃薯, 2001, 15(4): 248-250.
- [24] 孙秀梅. 国外种质资源在我国马铃薯育种中的利用[J]. 中国马铃薯, 2000, 14(2): 110-111.
- [25] 刘彦军, 李寿如, 王静刚. 我国马铃薯产业化探索[M]// 陈伊里. 马铃薯产业与冬作农业. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2006: 29-32.