

欧美马铃薯育种考察见闻

樊民夫 李久昌 王春珍 王淑仔

(山西省农业科学院高寒区作物研究所 大同 037004)

中图分类号: S532.033

文献标识码: A

文章编号: 1001-0092 (2000) 01-0053-04

根据联合国开发计划署 (UNDP) 援华马铃薯项目的计划安排, 受中国国际经济技术交流中心和 UNDP 驻华代表处的选派, 中国农业部国际合作司同意, 由项目承担单位中国农科院蔬菜花卉所、内蒙农科院马铃薯小作物所、山西农科院高寒区作物所共同组团, 于 1995 年 9~10 月对英国、法国、德国、荷兰、美国、加拿大进行了考察访问。此次考察主要是侧重于马铃薯遗传育种、种质资源、生物技术、病虫害检测及良种繁育和种薯生产技术。在美期间, 还应邀参加了美洲马铃薯学会 (PAA) 第 77 届年会, 会上与来自欧美及国际马铃薯中心的 200 多位代表交流了马铃薯科研、生产的最新进展, 我们也向大会提交了三篇论文, 分别介绍了我国马铃薯资源、育种和种薯生产的研究成果。

1 研究体制和育种目标

美、加和西欧 4 国均是世界上十大马铃薯生产、消费、出口国之一。马铃薯生产在这些国家占有相当重要的地位, 特别是荷兰, 马铃薯种植面积约 18 万 hm^2 , 其中种薯生产面积占总种植面积的 21%, 是农作物中产量、种植面积及经济效益最大的一种作物。荷兰每年出口种薯 45 万 t, 种薯出口到 60 多个国家。这些国家的马铃薯育种工作大部分是在育种站和私人种薯公司完成的, 大学和研究院以基础理论研究为主, 同时也开展应用研究和种薯生产。其共同特点是重视基础研究, 技术力量雄厚, 研究手段先进, 任务分工明确。所以一旦理论上有所突破, 育种实践工作就会有一个新的飞跃。目前, 这些国家的政府研究院所均逐步增加委托研究的比重和经费来源。如英国的国际植物育种研究所已实现经费自给自足, 其经费的 80% 源于品种专利, 20% 由出售种子和种薯获得。荷兰繁殖

100 kg 种薯需交育种家 2.75 荷兰盾专利费, 从而促进了科研的发展, 调动了科研人员的积极性。

育种目标的确立均以市场需求而决定。我们参观了所有育种单位其育种目标均围绕着加工、消费和环境污染对品种的要求而确立, 其育成的品种多种多样, 各具特色。科研和商品生产密切结合, 科研服务生产, 生产满足市场, 市场推动科研, 科研成果尽快转化为生产力。由此可见, 以市场为导向的育种目标是欧美发达国家马铃薯育种研究充满活力的重要原因。

晚疫病和孢囊线虫、根结线虫是欧美危害马铃薯的重要病虫害, 淀粉是重要的工业原料, 商品薯的大部分用于加工 (炸片、炸条等)。因此, 欧美发达国家均把抗晚疫病、抗线虫、高淀粉和加工品质 (薯形好、芽眼浅、白皮白肉、还原糖含量低、耐贮藏等) 列为马铃薯育种的主要目标。

此外, 由于病毒在欧美发达国家严格的病毒检测和良繁体系下能够很好的控制, 因此抗病毒育种均不是主要目标。但对蚜虫传播的 PVY 和 PLRV 两种病毒, 由于杀蚜药剂污染环境, 使用受到限制, 因此抗 PVY、PLRV 育种也作为几个国家马铃薯育种目标之一。

2 种质资源和生物技术

重视种质资源的搜集、保存、评价、利用是这次考察所到国家的共同特点, 并设有专门的种质资源研究机构。位于威斯康辛州 Sturgeon Bay 的马铃薯种质资源站是美国唯一的国家马铃薯种质资源保存中心, 它受农业部和威斯康辛大学双重领导, 负责种质资源的搜集、保存、分类、评价和发放工作。野生种对多种病虫害具有免疫或高抗性, 是改良栽培品种的主要抗原材料。该站每年都组织不同专业的专家到南美地区进行种质资源搜集, 并进行

登记编号、分类评价。评价工作的重点是对各种病虫害的抗性, 包括病毒病、真菌病、细菌病、线虫和蚜虫等。该站共保存野生种和栽培种资源 4300 余份, 其中已有 3000 多份约 60 万个数据资料输入计算机, 编辑出版了 5 本种质资源目录, 供育种家查阅选择。

西欧 4 国和欧共同体马铃薯基因库均保存大量的种质资源。英国收集了 3000 份野生种资源, 并向育种者提供无毒试管苗; 德国联邦农业生物中心种质基因库目前保存了 2000 份野生种资源, 900 份栽培种资源, 供育种者选用。种质资源主要的保存方法有: 实生种子保存、花粉和试管苗保存、块茎保存。

由于各国均有健全完善、设备优良的马铃薯种质资源基因库, 且每个材料的特性均由微机来管理, 各地马铃薯育种家可随时通过终端机选择和调用各种特性的资源材料, 对育种者十分方便。

应用先进的生物技术和分子学方法培育抗病优质的马铃薯品种已不是理论上的推理, 而已取得了较大的进展。美国 Monsanto 公司在转基因植株方面已获得抗 PVY、抗科罗拉多甲虫的株系, 并进行了田间试验。还研究发现 Russet Burbank 导入 Bt 基因后, 抗性明显增强, 而对农艺性状影响不大, 只有两个无性系还原糖含量有所增高。苏格兰作物研究所已将抗 PLRV 病毒的基因转入马铃薯植株, 并采用转基因的方法将一个修饰基因转移到主基因植株上, 获得多基因抗性的马铃薯材料。荷兰已从南美把抗软腐病的抗性引入, 正用生物学和分子生物学的方法把抗性转移到马铃薯上, 选育抗软腐病的品种。法国利用转基因方法将野生种块茎蛾的基因转移到马铃薯植株上。国外一些所正通过分子克隆将高干物质基因和转基因法将抗肉色变色基因进行转移, 并计划采用分子生物学技术获得具有多基因抗性的品种。此外, 细胞融合技术正在得到重视和应用。德国 Bioplant 公司已将孤雌生殖诱导的双单倍体植株, 通过原生质融合技术与二倍体野生种材料融合, 获得杂种四倍体植株, 并用电泳和染色体作图进行了杂种鉴定及倍性鉴定, 正在进行杂种材料的性状鉴定, 希望由此选育出新的品种。荷兰瓦赫宁根农业大学也进行了原生质体融合的研究。

由于上述分子生物学和细胞融合等生物技术方法在马铃薯遗传育种中的应用, 近年来获得了大量

的具有特殊抗性和优良品质的遗传基础材料, 为育种提供了丰富的遗传基础。

3 品种选育和种薯生产

常规杂交育种仍是上述国家马铃薯育种采用的主要方法, 其育种程序和方法与我国基本相同, 但仍有值得我们学习借鉴之处。

选配组合的亲本来源于国家或欧共同体马铃薯种质基因库, 育种家只需将所需要的性状输入微机, 就可从基因库调出所需的亲本目录, 然后引进材料进行杂交。利用温室、塑料大棚光、温、湿条件容易调控的有利条件进行室内杂交授粉、培育实生苗和早代筛选鉴定, 是美、加和西欧 4 国普遍采用的方法。它不仅可以提高杂交结实率, 而且也是一项省工、省水、节资的有效措施, 值得我们借鉴。

第一年, 每个组合在温室中育苗 100~200 株, 每个直径 10 cm 塑料盘小格中种一株, 收获时根据薯形、芽眼、肉色等农艺性状进行选择, 入选 10%~60% 的单株, 每株留一块种薯。加拿大 Fredericton 育种站每年育苗组合 120 余个, 培育实生苗 75000 株。

第二年种植于大田进行产量、抗病性等其他性状的鉴定和筛选, 入选 20%~30% 的单株, 每株留一块种薯, 第三年入选 10%~30%, 第四年以后在各种不同条件下进行选择鉴定, 品种育成率为 0.02%。育成的品种要进行全国统一试验, 种薯由一个农场繁殖提供, 鉴定每个品种的特性, 并授予品种专利, 编入品种目录, 输入微机, 向农场主和种薯公司推荐, 每个国家都有专门的品种鉴定和注册机构。马铃薯品种的专利年限一般为 23~30 年, 是所有作物品种中专利年限最长的一种作物, 专利费按种薯量或种植面积计算, 荷兰每 100 kg 种薯收取专利费 2.75 荷兰盾。

值得指出的是: 他们有一套科学合理的品种审定标准, 即品种的用途不同, 审定标准也不尽相同。例如, 淀粉加工专用品种, 以淀粉含量、耐贮性和便于清洗为主要依据; 鲜食品种则以食味好、干物质含量高为主要依据, 而对产量则不作过高要求, 每公顷 15 t 左右即达标; 对高产品种, 则要求每公顷产量高达 40~50 t 以上。

种薯生产在欧美发达国家均有严格的检测制度和质量标准, 种薯级别要依据田间检测、杀秧时

间、收获日期及产后检测结果来确定。种薯生产者每年要进行申请, 购买种薯, 每个种植者只能生产一个级别的种薯, 不允许生产下一级种薯, 田间检查一般进行两次, 检查各级种薯允许的病株标准, 两次中间进行一次病毒检测, 超标准者要降级, 甚至不准作为种薯销售。

荷兰是世界上最大的种薯出口国, 年产种薯 90 万 t 左右, 60% 用于出口, 销往 60 多个国家和地区。荷兰的种薯分 S、SE、E、A、B、C 6 级, 其中 S、SE 为原原种, E 为原种, A、B 为合格种薯。各级种薯允许的真菌、病毒标准是: S、SE 级种薯为零, A 级为 5/70000, B 级为 10/70000, C 级为 15/70000, 原种生产如发现一株真菌病害则降为 A 级种薯。

为了防止蚜虫传毒, 种薯生产田采用黄皿诱蚜, 观察统计传毒蚜虫的密度, 如发现每天增加 2 头蚜虫, 技术员就要求农民杀秧, 如晚 10 d 杀秧则该种薯生产田必须降一级。种薯的最终定级还取决于收获后块茎样品的检测和温室鉴定结果, 最后将结果输入微机, 发给种薯生产者合格证、出口。

4 $2n$ 配子和二倍体育种

为了选育适应各种生态条件的马铃薯品种, 引进具有特殊抗病基因和优良的加工品质基因, 利用二倍体野生马铃薯资源开展育种研究是欧美国家许多育种家采用的方法。孤雌生殖诱导双单倍体和 $2n$ 配子 (雌配子和雄配子) 的研究已在荷兰、德国、英国和法国取得了一定的进展, 并选出大量具有特殊性状的育种材料。在野生种利用中, 为了克服杂交的不亲和性, 荷兰瓦赫宁根大学植物育种系已开展了配子不亲和机理的研究, 并采用把母本嫁接在蕃茄上或种植在砖上的方法促进开花, 提高植株开花数量和座果率。

杂交后的材料通过染色体作图 PTLP 能够直观地反应染色体组成, 如利用 PTLP 方法分析 $4x$ 、 $2x$ 野生种杂交后代的 DNA 片段, 选择抗线虫的材料, 发现片段 P 来自野生材料, 且与对线虫的抗性关系不紧密及野生性状明显, 所以, 尽快排除了该性状, 加快了回交进度, 已从南美野生材料中获得了几个抗线虫的育种材料。

北美马铃薯育种的显著特点是利用二倍体野生种和原始栽培种的优良品质和抗性, 通过 $2N$ 配子

传递到栽培种中去, 同时, 由于二倍体遗传相对简单, 大量的遗传操作 (基因工程、基因图谱和基因导入) 材料也是在二倍体水平上进行, 美国的威斯康辛大学育种系 *Peloquin* 教授和他的众多学生是马铃薯 $2N$ 配子遗传育种研究的开拓者, 加拿大的 *chase* 教授则首先提出了“分析育种”方案, 现在加拿大农业部设在 *Fredericton* 的试验站已把大量的 $2N$ 配子材料用于育种项目, 有些二倍体材料的经济性状已达到实用阶段。

二倍体水平上的育种包括三部分材料: ①野生种和近缘栽培种; ②普通栽培种的单倍体; ③ $2N$ 配子。单倍体应用于马铃薯遗传有 3 条主要的优点: 一是遗传模式简单, 目标性状的中选机率较四倍体育种高得多; 二是由于大部分野生种和原始栽培种是二倍体 (24 条染色体), 栽培种的单倍体易于与之杂交, 而四倍体栽培种与野生种杂交几乎不可能; 三是由于野生种在长日照条件下不易结薯, 野生种的利用几乎不可能, 而单倍体与之杂交后代多易结薯和开花, 为野生种的利用架起了桥梁。

$2N$ 配子的研究与利用可以把野生资源中的遗传多样性和目标性状转移到栽培种中去, 威斯康辛大学已把耐热性、青枯病抗性、高干物质、低还原糖含量转移到高代无性系中, 特别是对 $4x - 2x$ 后代的炸片质量的筛选与评价进展很快。如冷藏后块茎炸片变褐抗性的遗传在 240 份二倍体杂种后代中有 64 份炸片质量优良, 大约有 3 个基因位点控制炸片变褐抗性。

$2N$ 卵材料的筛选与研究一直是国际上的薄弱环节, 威斯康辛大学目前正在进行 $2N$ 卵发生频率的轮回选择, 主要是利用 *S. benthamii*、*S. bukasobii*、*S. chacoense* 和 *S. sparsipilum*, 通过一个轮回后, 群体平均发生率提高了 35%, $2x - 4x$ 杂交平均结籽 31~65 粒/浆果, 通过双向多倍化获得大量的 $4x$ 实生种子, 最好的结果是每株结实 81 个, 每浆果得种子 29.5 粒。自交不亲和 $2n$ 卵、 $2n$ 花粉材料的筛选为杂交实生种子的制种与利用提供了方便经济的途径。

5 体会与建议

通过这次考察访问, 使我们对欧美发达国家的马铃薯研究有了进一步了解, 开阔了眼界, 增长了见识, 我们感受和体会最深的有以下几点:

(1) 面向市场, 开展多目标的育种研究

考察中我们一直思考着这样一个问题: 为什么仅有 4.1 万平方公里国土面积的荷兰能够成为世界上向 60 多个国家出口种薯的大国? 我们认为其中一个原因是他们确立了面向国际马铃薯生产和消费市场的育种目标, 选育出多种多样各具特色的品种来适应市场变化, 荷兰每年种薯出口收入 5 亿荷兰盾, 而由此带动起来的加工业和农机制造业的发展, 收入更可观。而我国多少年来一直以高产为主要目标, 淀粉加工、油炸制品和早熟抗旱品种不足, 产量虽有所提高, 但销路不畅, 产值很低。由此我们认为, 我国马铃薯生产要想有较大的发展, 必须以市场的消费需求为目标, 开展多目标的育种研究。

(2) 改革品审标准

适应市场的品种必然是多种多样、各具特色的, 在法国我们看到优良烹调品质的马铃薯品种, 其产量每公顷只有 15 t 左右, 而高产的品种每公顷产量在 40 t 以上。我国品种区试以产量为评价标准, 且不能优质优价, 许多优质材料不能审定命名投入生产, 造成了品种用途单一的局面。建议我国的品种审定标准应做一些适当调整, 不同特性的品种应按不同的标准评价。

(3) 建立我国马铃薯生产基地和良种繁育体系

荷兰和其他几个北美西欧的种薯生产主要由几个大的种薯公司来生产, 如荷兰的 Hettema 种薯公

司, 种薯生产面积 4500 hm², 一般农场种薯生产面积为 60 hm² 左右。因此, 便于技术措施的贯彻落实, 能够严格地控制种薯的质量标准。而我国至今没有稳定的种薯生产基地, 千家万户留种, 种薯质量难以保证, 科研成果难以转化成生产力。建议根据我国的国情, 在自然条件优越的马铃薯产区建立原种生产基地, 实行优质优价, 形成我国的良种繁育体系。

(4) 建立统一的种薯质量检测标准和检验制度

欧美发达国家均有统一的种薯质量检测标准和严格的检验制度, 而我国各级种薯尚缺乏统一而严格的检测标准和制度, 四面八方乱引种, 种薯质量没有保证, 从而失去了国际和国内市场的竞争力。因此, 我国有必要制定一个统一的种薯质量检测标准和检验制度, 未经检测或不合格的马铃薯不能作种薯出售, 并逐步建立一个种薯检测和质量管理中心, 使我国种薯生产走上规范化、制度化。

(5) 制定品种专利制度势在必行

西欧 4 国对科研成果实行严格的保护政策, 育种家育成的新品种一经注册, 列入官方品种目录后, 就保护其利益, 20~30 年内任何人不得无偿繁殖使用其品种, 从而促进了科研的发展, 也是育种研究充满活力的重要原因。我国尚无品种专利制度, 无偿使用育种成果, 极大的影响了育种工作的权益和发展。因此, 借鉴国外经验, 尽快制定品种专利制度势在必行。

· 广 告 ·

新桥农用筛网厂

向您优惠提供——尼龙防虫网

尼龙防虫网(即尼龙筛网)可防止蚜虫、蜜蜂传粉及风吹传粉, 广泛用于马铃薯等脱毒后隔罩, 蔬菜、油菜等制种及无公害蔬菜生产等。规格 20 目~300 目及特殊幅宽。

同时还生产塑料遮阳网、尼龙种子袋、尼龙网袋、塑(纸)吊签、塑料插地牌、塑料营养钵、绞织种子袋等。

本厂备有产品详情介绍资料, 欲需货请来电、来函索取。本厂是专业生产防虫网等科研良繁系列用品定点厂, 厂史悠久, 产品质量优良, 价格低廉, 量大价特优, 欢迎订购。

本 厂 厂 址: 浙江省台州市路桥区新桥镇凤阳章路 邮 编: 318055
业务联系人: 徐君明 (业务厂长) 手 机: (0) 13605760646
业务电话/传真: (0576) 2615536 E - mail: TZ_XJM@990.net