

不同遗传基础的资源材料与马铃薯种质改良

张 丽 娟

(黑龙江省农业科学院克山分院, 黑龙江 克山 161606)

马铃薯是世界上第四大粮食作物, 它的用途广泛, 营养全面均衡, 单产水平远高于小麦、玉米和水稻。随着经济发展和人们生活水平的提高, 人们对马铃薯品种的要求会越来越高。为满足这种要求, 培育优良品种, 就必须加大对马铃薯种质资源材料的研究力度, 因为种质资源是育成品种的基础。本文将对马铃薯育种现状、资源材料类型及贡献做以概述^[1,2], 同时对今后不同遗传基础的亲本材料在马铃薯育种中的作用做以展望。

1 马铃薯育种现状

马铃薯原产于美洲, 欧亚马铃薯资源的遗传基础非常狭窄, 因 16 世纪后半叶只有很小部分短日照的原始栽培种由南美传入欧洲, 加之许多在短日照下结薯的原始类型在欧洲的长日照条件下不结薯而被淘汰^[4], 只留下极少数结薯的材料, 更由于 19 世纪晚疫病的严重流行, 毁灭了大部分的材料, 剩余下遗传基础极为狭窄的少数资源^[2-5]。Mendoza 和 Haynes^[4]曾研究了美国栽培的 80 个品种的亲缘关系, 结果证明了其遗传背景狭窄。可以推测, 当这些遗传上亲缘关系很近的栽培品种用于育种工作时, 产生的后代变异只是停留在自交水平上, 亲本间的遗传关系越接近, 其性状的改进将会越小。欧洲育成的品种在一定程度上也存在着亲本亲缘关系近的问题。程天庆先生对我国现有的 92 个品种的亲本系谱进行了研究, 发现其亲本系谱非常相近, 甚至完全相同^[5]。因此利用这些资源极难选出比原有水平更高的突破性品种^[6]。

目前, 由于马铃薯育种只利用了普通栽培种亚种内品种间杂交方式, 育成的新品种很难超过以前的老品种。因此虽然近年各国相继加大马铃薯育种的科研力度, 投进了大量的人力和物力, 但收效却甚微。究其原因就是亲本材料的遗传背景狭窄, 基因贫乏。因而新的育种材料的利用日益受到人们的广泛重视。

2 资源材料的类型

2.1 栽培种

自 16 世纪中叶, 马铃薯首先引入欧洲, 从欧洲又到北美, 以后才传入世界各地。我们今天栽培的马铃薯品种祖先是马铃薯栽培种^[7]。其中具有许多优良的特性, 对马铃薯的种质改良起到了非常重要的作用。马铃薯栽培种中有两个四倍体栽培亚种, 其中安第斯亚种 [*Solanum tuberosum* subspecies *andigena*, 简称为 *S. tuberosum* ssp. *andigena*] 具有多种抗源, 可分离出高淀粉和高蛋白质含量的类型。如抗癌肿病、黑胫病、青枯病、疮痂病和对晚疫病的田间抗性, 以及对 PVX、PVA、PVY 和卷叶病毒的抗源, 对囊线虫的抗性等^[8]。另一个亚种是普通栽培种 [*Solanum tuberosum* subspecies *tuberosum*, 简称为 *S. tuberosum* ssp. *tuberosum*] 具有多样的经济特点和形态学特征。这个亚种能分离出抗癌肿病各生理小种的类型, 抗疮痂、高淀粉和高蛋白质含量的类型, 适应性广和薯形好的类型等。这个亚种早在 18 世纪中叶已在欧洲大田栽培, 经过 200 多年的发展, 目前已成为世界各国广泛栽培的主要粮食作物。该亚种是培育新品种的主要亲本, 也是进行野生栽培种等种间杂交, 作为改良其它“种”的不良性状、增强适应性的主要亲本。近年来利用种间杂交或回交选育出了许多新的品种, 大大提高了该亚种的抗虫

收稿日期: 2009-06-20

基金项目: 现代农业产业技术体系建设专项资助 (NYCYTX-15)。

作者简介: 张丽娟 (1966-), 女, 副研究员, 从事专用马铃薯种质创新研究。

性及适应于更多地区种植。马铃薯栽培种中的二倍体栽培种大多数属于马铃薯原始栽培种。它们具有许多抗逆类型, 尤其是具有能产生 $2n$ 配子的类型给马铃薯种质改良带来了极大的希望。

2.2 新型栽培种(*Neo-tuberosum*)

这些栽培种不是自然界存在的种, 是人类利用轮回选择自 *S. tuberosum* ssp. *andigena* 亚种中选育成适应长日照、变异性广的类型, 西蒙兹 (Simmonds) 称这种类型为新型栽培种。新型栽培种虽然是短日照的 *S. tuberosum* ssp. *andigena* 亚种的样本, 但由于适应了长日照条件, 且具有较现有育种品种 (*Solanum tuberosum*) 和南美智利类型丰富的基因库, 育种工作者可在其中选择有用的基因型, 同时克服了直接利用 *S. tuberosum* ssp. *andigena* 所产生的困难和缺点, 成为育种工作中值得重视、有很大潜力的资源^[9]。

2.3 野生种

马铃薯的野生种种质资源非常丰富, 这些资源在其产地长期的自然选择下, 形成了高度抗病性和对不良环境的耐性, 但这些野生种还没有完全被人们有目的地掌握和利用。同时在原产地由于内部或外部的种种障碍也都是大量分散地存在着, 没有结合。随着人们对野生种质资源的不断认识和研究, 野生种在育种中的巨大潜力越来越受到人们的重视^[10-13]。

3 马铃薯种质资源在育种中的利用

3.1 *S. tuberosum* ssp. *andigena* 亚种的利用

如 S_{41956} 导入 *S. tuberosum* ssp. *andigena* 对 PVX 免疫的基因, 并作为抗原应用于抗 PVX 育种中。又如分离出的单系 CPC1676 对 PVX 免疫; PI258907 对 PVS 过敏, CPC1673 具有抗囊线虫 *Globodera rostochiensis* 的显性基因 H_1 。欧洲各国相继通过野生种或新引入的 *S. tuberosum* ssp. *andigena* 参与杂交育成了 10 多个抗病虫的品种。如我国已引入的 Amsel, Amica, Aquila, Arkule, Fortuna, Kennebec, Lenino, Majestic, Maritta, Mulla, Saskia, Ukama 和 Vokal 等^[14]。

3.2 新型栽培种的利用

新型栽培种不是自然界存在的种, 是利用轮回选择自 *Andigena* 亚种中选育的适合长日照, 变异广泛的新类型。Simmonds 经过多次轮回选择, 到 1967 年选到了对晚疫病田间抗性的材料^[9]。1952 年

Ellenby^[15]发现的 CPC1673 对囊虫的显性抗性基因 H_1 , 对温带地区抗线虫育种做出了很大贡献。1975 年 Munoz 等^[16], 在原始群体的第三代中发现了在严重感 PVY 的植株中对 PVY 普通系免疫的显性基因, 此后经过 Ross^[17]在欧洲, Fernandez Northcote^[18]在南美洲均证明了这个基因型抗 PVY 所有株系。

3.3 野生种的利用

欧洲和美国育成的品种中已渗入了一个或多个野生种的亲缘。据统计, 有 *Solanum demissum* 野生亲缘的种间杂交育成的品种有 190 多个。利用 *Solanum stolonifenum* 野生种与栽培品种杂交育成的品种哥兰吉利亚 (Grazilia) 对 PVY 和 PYX 免疫并对卷叶病毒具有较强的田间抗性。Hermesen^[19]建议, 应系统研究与扩大马铃薯育种遗传基础有关的野生种 *Solanum chacoense*, *Solanum vernei*, *Solanum microdontum*, 并分析进行 *S. tuberosum* ssp. *andigena*, *Solanum phureja* 和 *Solanum stenotomum* 适应性选择的成功率。Peloquin 等^[20]和 Louwes 等^[21]的分析报道许多二倍体野生种与栽培品种的双单体杂交均可产生 F_1 后代。

4 不同资源在马铃薯改良中的作用展望

随着育种基础科学如遗传学、细胞学、解剖学、数量遗传学、统计学和生理学的发展和育种手段的不断改进, 相信必将会给马铃薯的育种带来一个崭新的局面。因为马铃薯种质资源之丰富是任何作物都无法相比的, 马铃薯属于茄属 (*Solanum*), 其中结块茎的种 (Species) 约有 235 个左右^[22]。经过各国育种家们的开发和利用, 这些种质资源必定给马铃薯的遗传研究奠定了丰富的物质基础。随着人民生活水平的逐渐提高和科学技术的进步, 人们对马铃薯新品种所具有的性状会提出更多、更高的要求, 如加工用品种和适合不同习俗要求的鲜食品种等。因此可以预见, 不同遗传基础的种质资源在未来马铃薯品种改良中的作用会呈“专向化”方面发展, 而且这种“专向化”趋势会越来越明显。

4.1 普通栽培种

普通栽培种是马铃薯品种改良的最基本的资源材料, 这主要是由于普通栽培种是经过长期人工驯化、适应长日照、具有符合人类需求的较多有利性状, 如高产、优质、适应性广等, 是其他类型资源材料无法比拟的, 更重要的是人们在对该种进行遗

传改良过程中积累了丰富的知识和宝贵的经验,继续改造相对容易,同时这个种也是我们利用其他类型资源的基础^[23]。

4.2 新型栽培种

新型栽培种是人类选育成适应长日照的 *S. tuberosum* ssp. *andigena* 变异类型,是改良马铃薯品种的另一类主要资源材料。因为这个类型资源具有较现有育种品种 (*S. tuberosum*) 和南美智利类型更为丰富的基因库,这个类型克服了直接利用 *S. tuberosum* ssp. *andigena* 所获得的杂种后代材料普遍呈结薯晚、匍匐茎长、短日照反应明显等困难和缺点,而容易将高产、高干物质、低还原糖等有益性状转移到普通栽培品种中,提高栽培品种产量、改善品质的重要资源。但该类型材料与普通栽培种杂交,后代材料易出现块茎感染晚疫病的缺点,在育种实践中应选择块茎抗病类型材料加以利用克服。

4.3 野生种质资源

马铃薯的野生种质资源是还没有完全被人们有目的地掌握和利用的类型,由于它具有许多在其他类型资源材料中所不具备的且人类急需的有益性状,如:抗青枯病、抗霜冻、抗低温糖化等珍贵基因。因此随着人们对野生种质资源的不断认识和研究,以及倍性操作、细胞融合和转基因等改良利用技术的完善,野生种在提高栽培品种的抗病性、抗逆性的育种实践中作用会越来越明显^[24, 25]。

[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, 1992.
- [2] Howard H W. 马铃薯遗传[M]. 洪用林, 译. 北京: 科学出版社, 1974.
- [3] Hawkes J G. Recent concepts in the evolution of tuber-bearing *Solanum* [C]. Report of the Plant Conference, CIP, Lima, 1979.
- [4] Mendoza H A, Haynes F L. Genetic relationship among potato cultivars grown in the United States [J]. HortScience, 1974, 9: 328–330.
- [5] 程天庆. 关于改进我国马铃薯育种工作的商榷[J]. 马铃薯杂志, 1987(1): 32–35.
- [6] Dodds K S. Classification of cultivated potato [M]. Texas Research Foundation, Renner, Texas, 1962.
- [7] Cribb P J, Hawkes J G. Experimental evidence for the origin of *Solanum tuberosum* subspecies *andigena* [M]//D'Arcy. *Solanaceae* biology and systematics. New York: Columbia Univ Press, 1986: 383–40.
- [8] Hosaka K, Hanneman R E. Origin of chloroplast DNA diversity in the Andean potatoes [J]. Theor Appl Genet, 1988, 76: 333–340.
- [9] Simmonds N W. Evolution of crop plants [M]. London and New York: Longman Publishing Company, 1974.
- [10] Hawkes J G, Hjerting J P. The potatoes of Bolivia—their breeding value and evolutionary relationships [M]. Clarendon Press: Oxford, 1989.
- [11] Mendoza H A. Present use and future needs for wild *Solanum* species in breeding at the International Potato Center [C]. Report of the Plant Conference, CIP, Lima, 1979.
- [12] 肖志敏, 王凤义. 马铃薯近缘栽培种育种价值的研究 [J]. 马铃薯杂志, 1987(1): 15–19.
- [13] De Jong H, Tai G C C. Analysis of tetraploid–diploid hybrids in cultivated potatoes [J]. Potato Res, 1977, 20: 110–121.
- [14] Jongedijk E. The pattern of megasporogenesis and megagametogenesis in diploid *Solanum* species hybrids; its relevance to the origin of 2n–eggs and the induction of apomixes [J]. Euphytica, 1985, 34: 599–611.
- [15] Ellenby C. Resistance to the potato–root eelworm, *heterodera rostochiensis* wollenweber [J]. Nature, 1952, 170: 1016.
- [16] Munoz F J, Plaisted R L, Thurston H D. Resistance to potato virus Y in *Solanum tuberosum* [J]. Am Potato J, 1975, 52: 107–115.
- [17] Ross H. Potato breeding problems and perspectives: advances in plant breeding [J]. J Plant Breed, Suppl 13, 1986.
- [18] Fernandez–Northcote E N, Gugerli P. Reaction of a broad spectrum of potato virus Y isolates to monoclonal antibodies in ELISA [J]. Fitopatologia, 1987, 22: 33–36.
- [19] Hermesen J G. Crossability, fertility and cytogenetic studies in *Solanum acaule* × *Solanum bulbocastanum* [J]. Euphytica, 1966, 15: 149–155.
- [20] Peloquin S J, Hougas R W, Gabet A C. Haploidy as a new approach to the cytogenetics and breeding of *Solanum tuberosum* [M]//Riley R, Lewis K R. Chromosome manipulation and plant genetics. Edinburgh: Oliver and Boyd, 1966: 21–28.
- [21] Louwes K M, Neele A E F. Selection for chip quality and specific gravity of potato clones possibilities for early generation [J]. Potato Res, 1987, 30: 241–252.
- [22] Lawrence T, Toll J, Vanslten D H. Directory of germplasm collections—root and tuber crops [M]. Int Board of Plant Gene Resources, Rome, 1986.
- [23] Marris P M. 马铃薯改良的科学基础 [M]. 蒋先明, 译. 北京: 中国农业出版社, 1978.
- [24] Correl D S. The potato and its wild relatives [M]. Texas Research Foundation, Renner, Texas, 1962.
- [25] Loiselle F, Tai G C C, Christie B R, et al. Relationship between inbreeding coefficient and clonal selection in a potato cultivar development program [J]. Am Potato J, 1989, 66: 747–753.