

利用热带材料改良温带玉米种质研究进展

杨金兰

(黑龙江省农业科学院玉米研究所, 哈尔滨 150086)

摘要: 概述了温带地区玉米育种资源狭窄对生产所造成的危害问题, 回顾了热带亚热带种质的特点及在温带种质改良中所具有的独特优势及限制因素, 介绍了热带种质在温带育种应用所采用的主要方法, 以及在种质创新与自交系的选育中所进行的有益尝试和取得的重要成就。

关键词: 玉米; 种质改良; 热带种质

中图分类号: S513 文献标识码: A 文章编号: 1002-2767(2008)04-0121-03

Temperate Germplasm Improvement by Utilization of Tropical Materials

YANG Jin-lan

(Maize Research Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086)

Abstract: The current status and potential hazards of narrow germplasm available for maize breeding in temperate region were introduced and summarized, the characteristics of the germplasm from tropical region, the advantage and limitation using these kind of materials for the improvement of temperate stuff were reviewed. The main methods, useful practices and important achievements in the germplasm innovation and inbred lines development by (semi-)tropical germplasm in temperate maize growing area were also recommended.

Key words: maize; germplasm improvement; tropical germplasm

玉米是重要的粮食、饲料作物和重要的工业原料。随着经济迅速发展, 玉米在国民经济中的地位越来越重要。20 世纪 90 年代以来全球玉米需求快速增长, 1998 年以后, 玉米的总产量超过稻谷和小麦, 成为世界第一位的粮食作物^[1]。据国际粮农组织统计, 2004 年, 世界玉米总面积达到 1.45 亿 hm^2 , 总产量 7.05 亿 t, 平均单产达到了 4 859 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。随着玉米生产在整个世界经济中占有地位的不断攀升, 人们对玉米生产在不断给予厚望的同时, 对目前生产与研究中存在的问题也有了越来越清醒的认识。

种质资源是指选育新品种的基础材料, 包括各种植物的栽培种、野生种的繁殖材料以及利用上述繁殖材料人工创造的各种植物的遗传材料种质资源, 也叫品种资源或遗传资源。而通常在玉米育种领域人们提到的种质, 一般紧紧局限于可以作为选育自交系材料直接应用的遗传资源部分。

玉米是我国主要饲料、工业原料和粮食作物。

收稿日期: 2008-02-21
作者简介: 杨金兰(1954-), 女, 吉林省镇赉县人, 学士, 高级农艺师, 从事科研管理工作。Tel: 0451-86677914; E-mail: yumiyjs@163.com。

50 年以来, 随着遗传育种研究水平提高, 以及农业综合技术全面发展, 全国玉米平均单产提高 2.7 倍, 为保障粮食安全做出重大贡献。但是, 我国玉米单产刚刚超过世界平均水平, 与世界发达国家相比还有较大差距。近十年来, 我国玉米单产平均年增长率, 不仅低于发达国家, 而且低于发展中国家。除环境等因素而外, 不得不承认包括遗传育种在内的玉米科技水平还相当落后^[2]。张世煌^[3] 也指出, 在过去的五十多年里, 我国玉米育种能力和育种技术取得了很大进步, 正逐步追赶世界先进水平, 但与美国相比还有很大差距, 种质扩增、改良与创新是所有工作的基础和核心内容, 要缩短与国际先进水平的差距, 关键是提高种质创新能力。

1 温带种质的种质狭窄问题

现代技术在提高生产力的同时, 也将农业生产置于脆弱地位, 使玉米生产过分依赖于狭窄的遗传基础, 而在生产中病原菌生理小种和害虫一旦发生变异, 经过累积必然导致病虫害爆发流行, 20 世纪 70 年代初玉米小斑病席卷美国就是典型的例子。狭窄的种质基础也使农业生产系统降低了抵御旱涝和异常温度等自然灾害的能力, 降低了进一步提高杂种优势潜力和增强抗逆能力的可能性。

玉米种质遗传狭窄是一个世界性问题, 拓宽玉米自交系及杂交种的遗传种质基础, 可以进一步提高玉米的商品产量, 并可以有效的防范、降低与种质基础狭窄相关的生产风险, 自从 20 世纪 60 年代以来, 人们对玉米遗传脆弱性的危害, 以及利用外来种质降低这种危害已经有了普遍认识^[4-5]。历史经验证明一种作物的遗传基础过分狭窄, 在环境条件发生变化时, 例如出现新的病原菌、新的虫害和非常规的环境胁迫后, 会显著影响该种作物的生产能力。例如, 玉米小斑病 T 型小种的流行, 表现这种现象所能产生的严重后果。在这种情况下, 大范围遗传基础狭窄作物的种植, 会加速病害的流行速度, 保持遗传多样性应该说是作物育种研究的精髓所在^[6]。

张世煌等人认为种质基础狭窄已经成为我国玉米育种研究可持续发展的首要限制因素。1995 年, 全国 53% 的玉米面积种植掖单 13, 丹玉 13, 中单 2 号, 掖单 2 号和掖单 12 这五个品种; 更为严重的是全国 61% 的玉米生产面积严重依赖 Mo17、黄早 4 号、丹 340、掖 478 和 E28 这五个自交系。我国种质的遗传基础比较薄弱, 现在我国玉米育种体系依赖 5 个骨干种质, 除了旅大红骨的遗传基础比较丰富以外, 其它 4 个种质基本来自少数几个杂交种。从不同的角度研究玉米种质的遗传基础, 发现我国的地方种质的遗传基础也很薄弱, 甚至不如加拿大早熟综合种的遗传基础广泛。研究表明我国玉米群体和地方品种的遗传多样性指数和配合力水平普遍较低, 这反映出我国对地方种质缺乏系统改良, 没有为长远的育种发展奠定坚实的种质基础。

2 热带种质的特点

我国自 80 年代以来, 由于在高产育种上缺乏优异新种质的加入, 缺乏新的杂种优势类群及杂种优势利用模式, 抗病育种上缺乏新的多样性的抗病虫、抗逆性基因来源。结果使育种和生产处于一种困境之中。这种困境迫使一些玉米育种工作者把目光投向热带亚热带玉米种质资源的研究和利用研究上。众多的研究表明, 热带、亚热带种质与温带种质杂交具有一定的杂种优势, 一些热带亚热带玉米种质具有抗病(主要为叶部病害)、抗逆、高产、优质等温带玉米育种目标所期望的优良基因来源。因此, 利用热带、亚热带种质, 可以丰富和拓宽玉米育种遗传基础, 鉴定新的杂优类群, 构建新的杂优模式, 有利于挖掘和提高杂种优势利用潜力。

美国的玉米研究人员将外来种质界定为未经驯化的国内群体, 国外温带、热带及亚热带群体材料^[7]。根据 Goodman^[8]等一些学者的研究, 世界上在玉米品种中应用的种质占可利用种质的 5%, 而

整个温带地区应用的种质仅占可利用种质的 2%。国外一些学者认为由于长期以来人们对很多种质从来就没有进行过有益性状的鉴定, 缺乏足够的研究数据和国家之间的有效协调, 缺乏基因库与育种者之间的有效沟通是限制遗传资源广泛应用的重要障碍。对这些材料进行鉴定, 明确其潜在的利用价值是很重要的, 这有助于育种者对这些材料的充分利用^[9-10]。

Salhuana^[11] 和 Pollak 等人认为热带种质材料的利用研究至少要比现在应用的育种群体在产量、稳定性方面有 60a 的差距, 这种现象进一步限制了外来种质的大规模应用, 很少有材料被导入到优良育种群体之中。这种现象的存在, 促使一些机构和专家呼吁进行国家间、机构间的有效合作, 对外来种质进行深入、系统的研究和改良, 促使这一宝贵的种质资源可以有效应用于育种研究和生产中。

热带、亚热带种质引种在温带种植后, 一般表现出苗期生长茂盛、植株高大、穗大秆粗、茎秆坚韧、气生根发达、叶片浓绿、叶肉厚、持绿期延长, 不早衰、活秆成熟, 籽粒脱水较快、光合作用源充足, 反映了一定的丰产潜势。还具有一些对特殊不良环境的抗性^[12]。

热带亚热带玉米种质遗传变异丰富, 它是在自然和人为选择共同作用下, 逐渐演变和进化而成的, 具有许多温带种质不具备的抗逆性。如根系发达、抗病虫、耐高温、耐阴雨、持绿性好等。热、亚热带种质在温带种植光周期反应敏感。大多数表现为植株高大, 抽丝延迟或不抽丝, 散粉至抽丝期间隔长, 不结穗或结实不好或不正常成熟等。李新海^[13]对 8 个 CIMMYT 玉米群体研究, 平均散粉期和抽丝期分别比当地对照长 6.79 d 和 9.63 d, 平均雌雄开花间隔日数为 5.79 d, 最长的分别为 9.80 d 和 8.00 d, 均极显著长于当地对照品种。热带亚热带种质与其它地区种质遗传交流少, 遗传变异较大, 成为相对独立的种质类群。

郭国亮等^[14]通过对 7 个 Suwan 玉米群体在太原生态环境条件下进行田间鉴定和评价。结果表明, Suwan 玉米群体具有较强的光周期敏感性, 表现为成熟期过晚, 植株高大, 穗位偏高, 叶片数增多, 叶面积增大, 抽雄、散粉、吐丝期推迟, 导致空秆率高, 结实性差, 植株、穗部性状明显劣于温带对照种。但是群体内具有较大的遗传变异和选择潜力及利用价值, 通过对光周期反应敏感强的材料表现为穗位高, 雌雄开花间隔日数长等性状的选择和改良, 可以拓宽现有玉米种质的遗传基础。

3 利用热带材料改良 温带种质的实践及效果

LAMP(拉丁美洲玉米改良计划)是一个以美国为主导, 12 个拉美国家共同参与的 国际间玉米种质研究计划, LAMP 评价了 12 000 种质材料, 通过 5 个阶段的研究, 对占玉米种质 74% 的 12 000 多份材料进行了鉴定。从中选择的一些材料与常规利用的育种群体具有很大差异, 可以为育种研究有效增加新的基因。Salhuana^[15] 通过对 6 个加勒比地区的材料与 B73 和 Mo17 亲缘关系的 RFLP 分析发现, 外来种质与玉米带种质间具有明显差异, 而几个外来种质之间也存在明显差异。

以 LAMP 的研究为基础, 美国进一步开展了玉米种质扩增计划(GEM), 这一包括了国家间、公立研究机构和商业公司间合作计划的目的在于通过改良和拓宽美国玉米的种质基础, 为玉米产业提供含有外来种质的育种素材。该项目采用改良系谱法, 通过外来种质与统一杂种群的当地种质(各公司保护自交系)进行杂交, 产生具有 50% 外来种质的后代, 然后利用其与另外的温带保护自交系(同一杂种优势群)杂交, 产生具有 25% 外来种质的后代群体, 通过对具有 50% 和 25% 外来种质的杂交后代的农艺及品质性状的鉴定、配合力分析选育适宜的自交系材料。

Iowa 州立大学在种质扩增方面也做出了卓有成效的工作, 拥有一批改良的热带种质群体, 如 BS16、27、28、29 分别来自热带群体 ETO、Antigua、Tuxpeno 和 Suwan-1。BS35、BS36、BS37、BS38 包含了 25% 的亚热带种质。该大学还育成了一大批优良特异材料, 例如, 高蛋氨酸自交系, 高淀粉自交系, 抗玉米螟自交系, 抗倒伏自交系等。同时, 该大学及位于该大学的 USDA-ARS 正在开展低植酸玉米和有机玉米方面的研究。

荣廷昭认为在利用热带亚热带玉米种质时, 既要利用热带的优良性状, 又要保留热带种质的独立特性。不要过早地让两类种质“杂交”, 把热带的优良性状组合在与温带自交系的一代杂交种中, 最大限度地利用两种遗传种质的遗传差异, 组配出强优势的杂交种。他们直接从亚热带群体苏湾 1 号中选出了优良自交系 S₃₇, 然后用它与温带多个自交系杂交, 育成了多个杂交种应用于生产^[15]。

董海合等比较了温带与热带种质的单交、三交、回交和复合杂交, 认为回交效果最好, 王河成等^[19]

则认为, 含 1/8 ~ 1/4 热带种质效果好。实际上热导所占比例多少, 应根据热带种质的表现和育种目标的长远而定, 黑龙江省农业科学院玉米研究所在利用热带种质改良早熟材料时, 也发现杂交后代材料以经过 1 ~ 2 次回交后比较容易筛选出适应当地条件的早熟改良材料。

从群体改良角度看, 热导的群体也应根据杂优模式, 将不同的种质导入不同的群体, 然后, 要经过几代的随机交配, 以便于打破温带与热带种质间的基因连锁, 让其充分重组, 接下去再采用不同轮回选择方法进行改良提高, 如相互轮回选择, S₁ 法, S₂ 法等。从经过改良的群体中选自交系要比直接从热导的群体中选效果好。但是温带与热带种质的杂交合成, 应注意杂种优势模式的利用。荣廷昭认为, 温带与热带综合种可以充分利用热带种质, 但从育种上讲, 这种综合的过程实际上是把不同适应性组间的杂种优势模式相混淆, 难以从中选出高配合力的自交系在温带育种中应用。

参考文献:

- [1] 张世煌, 田清震, 李新海, 等. 玉米种质改良与相关理论研究进展[J]. 玉米科学, 2006, 14(1): 1-6.
- [2] 荣廷昭, 李晚忱, 潘光堂. 新世纪初发展我国玉米遗传育种学技术的思考[J]. 玉米科学, 2003(S2): 42-53.
- [3] 张世煌. 玉米种质创新和商业育种策略[J]. 玉米科学, 2006, 14(4): 1-3, 6.
- [4] Eberhart S A. Regional maize diallels with U. S. and semi-exotic varieties[J]. Crop Sci., 1971, 11: 911-914.
- [5] Darrah L L, Zuber M S. 1985 United States farm maize germplasm base and commercial breeding strategies[J]. Crop Sci., 1986, 26: 1109-1113.
- [6] Michelini L A, Hallauer A R. Evaluation of Exotic and Adapted Maize (Zea-Mays L) Germplasm Crosses[J]. Maydica, 1993, 38(4): 275-282.
- [7] Stuber C W. Use of exotic sources of germplasm for maize improvement. In Dolstra O, Miedema P. (ed.) Breeding of silage maize [M]. Wageningen: Ctr. Agr. Pub. Doc., 1986: 19-31.
- [8] Goodman M M. Exotic maize germplasm: Status, prospects, and remedies[J]. Iowa State J. Res., 1985, 59: 497-527.
- [9] Goodman M M. Genetic and germplasm stocks worth conserving[J]. J. Hered., 1990, 81(1): 11-16.
- [10] Smith J S C, Duvick D N. Germplasm collections and the private plant breeder[M] // Brown A H D. The use of plant genetic resources. Cambridge, UK: Cambridge Univ. Press, 1989: 17-31.
- [11] Salhuana W, Sevilla R, Eberhart S. Latin American maize project (LAMP) final report[R]. Iowa US: Pioneer Hi-Bred Int. Inc. Spe. Pub, 1997.

黑龙江省马铃薯产业发展现状及对策

刘在东¹, 徐凤花¹, 于德才², 白艳菊², 高艳玲², 王文重², 范国权²

(1. 东北农业大学资源与环境学院, 哈尔滨 150030; 2. 黑龙江省农业科学院植物脱毒苗木研究所, 哈尔滨 150086)

摘要: 详细报告了黑龙江省马铃薯产业发展的现状, 揭示了黑龙江省马铃薯产业发展中存在的问题, 提出了加快马铃薯产业发展的建议。
关键词: 黑龙江省; 马铃薯产业; 现状; 体系
中图分类号: S532 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-2767(2008)04-0124-03

Present Status and Suggestions of Potato Industry Development in Heilongjiang Province

LUI Zai-dong¹, XU Feng-hua¹, YU De-cai², BAI Yan-ju², GAO Yan-ling², WANG Wen-zhong², FAN Guo-quan²

(1. Northeast Agricultural University, Harbin 150030; 2. Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086)

Abstract: The article analyzed the present status of potato industry development in Heilongjiang, promulgated the question lied in the potato industry development, and then proposed certain suggestions to speed up the development of potato industry.
Key words: Heilongjiang province; potato industry; present status; system

黑龙江省是全国传统的马铃薯种薯和商品薯调出省和天然的留种基地, 生产的种薯和商品薯销往全国 20 多个省市, 播种面积仅次于大豆、玉米和水稻^[1]。马铃薯产业在黑龙江工农业结构调整、社会主义新农村建设和促进农民增收中发挥着日益重要的作用, 已经成为我省优势产业和新的经济增长点。

1 黑龙江省马铃薯产业发展现状

1.1 生产现状

目前黑龙江省马铃薯产业经过几十年建设, 已经形成科研、生产、加工、销售较完整的生产体系。

种植面积从建国初的 14.3 万 hm^2 发展到 2005 年 42.08 万 hm^2 , 比建国初增长 2.3 倍。单产水平在 20 世纪 80~90 年代初全省平均 15.8 t, 列全国第一位。因我省首先在国内进行脱毒种薯生产, 并且该项技术得到大面积推广, 使全省单产有了大幅度提高。每年销往省外种薯约 30~50 万 t。对全国种薯及上海、北京等大城市的商品薯供应均做出过重大贡献。随着种植业作物结构的调整, 目前马铃薯种植面积保持在 42 万 hm^2 左右, 占全省粮食总面积的 3.8%, 占经济作物面积的 21.3%, 仅次于玉米、大豆、水稻排在全省主要粮食作物种植面积的第 4 位^[2]。

1.2 加工现状

从 20 世纪 90 年代开始, 黑龙江省实行“两豆一

收稿日期: 2007-12-19
第一作者简介: 刘在东(1982-), 男, 黑龙江省桦川县人, 硕士研究生, 从事微生物学研究。Tel: 13674608981。
通讯作者: 徐凤花, E-mail: xfh00001@126.com.cn。

[12] 刘纪麟. 玉米杂交育种[M] // 刘纪麟. 玉米育种学[M]. 第二版. 北京: 中国农业出版社, 2001: 141-200.

[13] 李新海, 李明顺. 热带亚热带玉米种质的研究和利用[J]. 中国农业科学, 2000, 33(S1): 20-26.

[14] 郭国亮, 李培良, 张乃生, 等. 热带 Suwan 玉米群体遗传变异的研究[J]. 玉米科学, 2001, 9(4): 6-9.

[15] 荣廷昭, 潘光堂, 黄玉碧, 等. 热带玉米种质在温带玉米育种中的应用[J]. 作物杂志, 1998(S1): 12-14.

[16] 王河成, 段运平. 热带亚热带种质不同导入量对玉米自交系配合力的影响[J]. 玉米科学, 1995, 3(3): 9-11.