

热带亚热带玉米种质在温带的研究与利用^{*}

闫淑琴, 苏 俊

(黑龙江省农科院玉米研究所, 哈尔滨 150086)

摘要: 简要概述了热带亚热带玉米种质的特点及其在温带利用情况、光周期反应、适应性改良方法及杂种优势模式研究。提出了热带种质在温带利用上存在的问题。

关键词: 热带亚热带种质; 光周期; 杂优模式

中图分类号: S 513.024 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002—2767(2005)03—0030—04

Researching and Utilizing Tropical and Subtropical Maize Germplasm in Temperate Zone

YAN Shu-qin, SU Jun

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

Abstract: This paper summarized characteristic of tropical and subtropical maize germplasm, utilizing situation, the effect of long photo—period, methods of adaptability improvement and heterosis models in temperate zone and pointed out the question of utilizing in temperate zone.

Key words: tropical and subtropical maize germplasm; long photo—period; heterosis models

1 前言

玉米是重要的粮经饲作物, 实现高产、优质是玉米研究者永恒追求的目标。创造优异丰富的玉米种质是实现该目标的基础, 否则就如“无源之水, 无本之木”。玉米种质基础狭窄是温带玉米的共性问题。玉米起源于热带的中南美洲, 在不同的生态条件下形成了各种生态类型。世界已收集到的玉米品种资源有 8 万多份, 大多数种质资源适应热带、亚热带气候。而世界玉米的主产区却在温带, 其玉米面积和总产分别占世界的 80%、90%, 在生产上仅利用了少数几个玉米种质。上世纪的 40~80 年代, 美国玉米种质资源的利用主要是 Ried 和 lancaster 两个杂种优势群及两个群之间杂优模式。近年来我国生产上大面积应用的玉米种质主要是塘四平头、旅大红骨、Ried、lancaster 四大类群及四个类群间的杂优模式, 即塘四平头类群×Ried 或 Lancaster, 旅大红骨类群×Ried 或 lancaster 等几种模式。玉米种质基础狭窄, 资源匮乏导致两个严重问题, 一是育种进展缓慢, 育成的品种有突破性的很少。二是有诱发突发性病害的危险。拓宽玉米种质基础, 丰富玉米种

质的遗传多样性, 创建新的杂种优势群和杂优模式已势在必行。利用热带亚热带玉米种质是拓宽玉米种质基础的有效途径, 这已被大量实践所证明, 各研究单位进行了广泛深入的研究, 取得阶段性成果, 并在逐步深入。

2 热带亚热带种质特点及在温带玉米中的作用

2.1 热带亚热带玉米种质特点

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(1998)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 9.8 d 和 8 d,

^{*} 收稿日期: 2004—12—13

第一作者简介: 闫淑琴(1963—), 女, 黑龙江省延寿县人, 高级农艺师, 从事玉米育种研究。

均极显著地长于当地对照品种^[1]。热带亚热带种质与其它地区种质交流少, 遗传变异较大, 成为相对独立的种质类群。

2.2 在温带利用热带亚热带种质的作用

2.2.1 可拓宽玉米种质遗传基础, 丰富遗传变异, 创造新种质 Holland 和 Goodman 的研究表明^[2], 改良过热带种质群体具有相当高的有利基因频率, 与温带种质杂交可能会出现温带种质间难以比拟的配合力。美国学者(1971)研究表明^[3]: 有低纬度种质参加合成的群体比单有美国玉米带材料合成的群体遗传变异量大, 轮回选择取得的遗传增益高。

2.2.2 可提高品种的抗逆性 热带亚热带种质具有特殊的抗逆性, 把它导入温带种质中, 合成既具有温带种质的适应性, 又具有热带种质抗逆性的新种质, 可大大提高新种质的生态适应能力。刘治先(1999)^[4]报道, 将热带种质导入温带种质后, 新选育自交系与温带同型系相比, 大、小斑病病情指数分别降低 61.5%~78.9%和 53.8%~69.4%, 青枯病、病毒病株率分别降低 84.1%~93.2%和 86.7%~98.2%, 成熟时全株绿叶数增加 2.6~4.4 倍。

2.2.3 可创建新的杂优模式 在热带地区原来的杂优模式是 ETO×Tuxpeno, 由于 suwan-1 的广泛应用 suwan-1×Tuxpeno 成为新的模式。我国用引入含有热带血缘的 78599 杂交种选系与旅大红骨群、塘四平头群、Ried 均有较强的杂种优势, 78599 选系已成为新的类群。

3 热带亚热带种质利用情况

早在上个世纪初美国学者曾建议用拉美种质作为新的种质资源提高玉米产量和抗病能力。先锋公司 William. Brown 在上个世纪 40~50 年代开始对加勒比海地区种质进行改良。虽然半个世纪未见报道, 但像 78599 等含有热带种质的杂交种早已进入商业生产。美国大量利用热带亚热带种质始于上世纪 80 年代, 目前已成功地改良了 Tuxpeno、ETO、Suwan、Antigua 和 CIMMYT 的一些群体。公开发放的一些自交系及推广的一些商用杂交种, 具有明显的热带血缘。自交系如 NC296、NC300、NZIA 等。杂交种如先锋公司的 78599、JK108 等^[5]。我国南方在 80 年代成功地引进, 并在生产上应用了 Tuxpeno、suwan 系列和墨黄 9 号等热带、亚热带种质。一些育种单位将其导入到温带种质中, 并组建了一些温热杂交群体, 从中选育出了一些优良自交系。吴景峰(1987)改良也门 Tihama(北纬 14°)的白穗玉米综合种, 选出也铁 19 和也铁 21 自交系。张

世煌(1997)改良 CIMMYT 的 pool33 和 pool34 两个 QPM 群体, 已适应我国华北地区生长, 育成优质蛋白玉米杂交种。广西玉米所从 TuxpenoB. P. C5 选出 M9 自交系及三交种辐三 1 号。四川农业大学以 suwan-1 为基础群体, 选育出 S37 自交系, 被多个育种单位利用, 组配多个杂交种, 如雅玉 2 号等。S37 自交系曾获 1996 年度国家发明二等奖。山西省农科院育成太系 113, 太系 131 含有 50%以下的热带、亚热带种质, 育成了太系 113×早选 20 等杂交种。河南省农科院将 suwan 导入 340 育成的苏 2 号、苏泰 8085 等含有 50%的热带种质, 育出豫玉 17、郑 192、郑 93-1 等杂交种。沈阳市农科院以热带种质×温带种质为基础材料育成了沈 118、沈 218、沈 219 等自交系及杂交种沈试 17、25、26 等^[6]。吉林省农科院玉米所选育出了 CM₁、CM₂、8501、8502 等一批含有外来种质的自交系, 并合成含有亚热带种质群体的复合种吉林库-I; 对 suwan1、suwan2 进行轮回选择驯化, 选育出了在吉林基本正常成熟的 RKI 和 RKII 群体^[7]。黑龙江省农科院玉米所导入 suwan 等热带材料, 育成 HR3788、HR409、HR02 等自交系及龙单 24、黑饲 1 号等玉米杂交种。80 年代末我国引入了美国含有热带种质的玉米杂交种 78599, 被各育种单位利用并选育出一批优良自交系及杂交种, 自交系如 P138、齐 318、丹 599、丹 598 及杂交种如农大 108、丹玉 24、鲁单 53 等。

4 热带亚热带种质的光周期反应遗传规律研究

热带亚热带种质在温带种植存在极强烈的光周期反应, 产生各种不适应症, 主要表现为散粉、抽丝较晚、生育期延迟、散粉与抽丝间隔长, 雌雄不协调、结实差或空秆, 产量降低等不正常现象。光周期敏感是热带亚热带种质在温带玉米中利用的最大障碍。光周期钝化是热带种质利用中首要解决的问题。陈彦惠^[9]对抽雄期、散粉期、抽丝期、株高、穗位高等光周期敏感的相关性状遗传比较研究表明: 钝感×钝感组合, 5 性状显性效应大于加性效应, 上位效应普遍存在, 而钝感×敏感, 加性效应占主导地位, 显性和上位作用显著降低, 但不同的组合间存在一定差异。温带遗传成分在钝感×敏感杂交种后代中所占的比重, 对减弱光周期敏感有一定的剂量效应。含有 25%热带成分的 BC₁ 敏感性状最弱, 利用价值较大。适应的温带种质早熟性对外来的热带种质晚熟性表现为显性或部分显性。热带种质对光周

期反应敏感的延迟开花吐丝的缺点,通过温热杂交的方法可以克服,不同的热带群体对光周期反应有很大差异,对其遗传规律及生理机制尚待进一步研究。

5 热带亚热带种质适应性改良方法

5.1 混合选择

混合选择法是改良热带亚热带种质适应性的有效方法,按开花吐丝期严格选择,一年一轮,时间短见效快,简单方便。一种方法是将热带亚热带种质在过渡区进行适应性选择,逐步“驯化法”。张世煌组织实施了一个从南到北驯化的热带亚热带玉米群体接力改良计划。对刚引入的外来种质先在我国与引进地区生态条件较相似地区如云南、广西、贵州、四川等地种植,以后逐步北进适应温带生态环境。另一种是对不适应的群体直接在温带条件下进行改良,获得适应的新群体。山东省农科院玉米研究所对 CIMMYT 的 pool31、pool32 进行 2 轮混合选择,抽丝期从 92 d 缩短为 83 d,平均每轮提早 4.5 d,散粉至抽丝的间隔时间由 10 d 缩短为 5 d,平均每轮提早 2.5 d,株高从 305 cm 降低为 270 cm,平均每轮降低 17.5 cm,张世煌(1995)采用混合选择法改良 CIMMYT 的两个亚热带玉米群体 pool33、34QPM,经 4 轮选择,抽丝期两群体分别提早 17.6 d 和 18.1 d;散粉至抽丝的间隔天数分别缩短 8.8 d 和 9.8 d;子粒产量平均每轮分别提高 28.7% 和 29.0%。Hallauer 和 sears (1972)对热带复合种 ETO 进行 6 轮早熟性混合选择,抽丝期缩短 23 d,平均每轮缩短 3.8 d;穗位高每轮降低 16.5 cm,使这个复合种适应了依阿华的自然条件^[10]。A. R 哈洛威等将原始的 ETO 群体针对抽丝期进行了 6 轮混合选择,使抽丝期平均提前了 20 d,株高和穗位都有所下降,获得 BS16 群体,是当时最好的外来种质之一^[11]。

5.2 热带亚热带种质与温带种质杂交导入

采用杂交或回交方法将热带亚热带种质导入温带种质,创造出外来或部分外来种质,是改良外来种质适应性以丰富温带种质遗传基础的有效方法。国内外学者和育种家利用多种方式将热带种质导入温带玉米,并取得一定成效。美国北卡罗来纳州立大学研究表明:每个玉米种质群的光周期敏感性都是十分狭窄的,试图通过简单的杂交或选择来改变这种特性是十分困难和徒劳的。唯一成熟的改良方法是,通过对光周期敏感型与光周期不敏感型种质进行杂交后再回交、再选择改良,才能达到光周期敏感

型向不敏感型的转换。1996 年美国首批公开发放的含有热带遗传种质 50% 以上的玉米自交系 NC300、NC96 和 NC258 等就是这种改良后群体选育而成的^[12]。

关于热带种质的导入比例问题: Fallery 研究认为含有 10% ~ 60% 热带遗传成份的杂交种产量和农艺性状优于含有 60% 以上热带成分的杂交种。Echandi 等认为含有 25% ~ 50% 的外来种质群体可以达到适应种质的产量水平。Aldrecht 研究认为含有 25% 的热带种质群体的选择进展大于含有 50% 的热带种质群体。胡安学认为,导入最佳比例应根据热带种质表现及自己的育种计划而定。如果热带种质等位基因频率高、适应性较好,在长期育种计划中,热带种质含量应高于 50%,甚至可以接近 100%。反之则应少于 50%,对于改良温带自交系的某一性状,热带种质效应更少些,回交是必要的^[13]。陈彦惠研究表明,含有 25% 的热带成分的 BC₁ 敏感性状最弱,能较好适应温带生态环境,其利用价值最大。相反占 75% 的热带成分的 BC₂ 敏感性最强。在利用热带亚热带种质时,以 25% ~ 50% 的热带遗传成分为宜^[9]。

5.3 构建半外来群体

用热带、亚热带与温带种质重组的群体中能更快地选育出高配合力的自交系。Lonnquist 等认为有热带和亚热带种质参与组成的群体比单纯由美国玉米带种质组成的群体遗传方差高。美国依阿华州立大学相继对加勒比海 Antigua、泰国 Suwan1、CIMMYT、Tuxpeno 等复合种进行适应性混合选择,并将改良后的种质导入玉米带种质,合成了 BSTL (Tuxpeno × Lancaster) 和 BS₂ (ETO × 北美和加拿大早熟系),然后用轮回选择法进行改良。这些改良群体在美国玉米带商用玉米杂交种选育上发挥着一定的作用^[9]。半外来群体构建首先对外来群体鉴定及类群划分,然后确定群体构建方案。避免盲目的导入导致种质遗传基础混乱,使群体间保持一定遗传距离及最佳的杂优模式,以选出配合力高的自交系,配制强优势杂交种。

6 热带亚热带种质与温带种质杂优模式研究

温带与热带亚热带种质间的遗传关系是决定热带亚热带种质利用策略的主要因素,弄清楚它们之间的相互关系,鉴定或创建温热杂优组合模式,对于正确地选择外来种质和制订一个合理的中长期外来

种质利用策略和方法具有十分重要意义。陈彦惠^[9] (2000)研究表明, 温热杂交种具有普遍的超亲优势。Pob21×330、豫综5号×苏湾1号、黄早4号×墨黄9号、旅9号×墨黄9号杂交组合的产量和配合力高, 利用潜力大。李新海研究认为我国现有的优良种质与Tuxpeno种质配对可能组成具有较大潜力的杂优模式。我国用78599杂交种选系及其衍生系形成了一个相对独立的遗传类群, 产生了新的杂种优势利用模式, 即78599类群与Reid类群、旅大红骨类群、塘四平头及其它类群都有较强杂种优势, 代表品种如丹玉26(9046×598)、丹玉24(丹599×丹340)、鲁单53(齐137×齐318)、农大108(黄C×P138)、农大3138(综31×P138)等。

国外研究结果: pop42(ETO 和美国种质)×pop47(Tuxpeno 和美国玉米带种质)在墨西哥、美国都表现最大的超亲优势^[14]。Tuxpeno 与 B73 及其衍生系之间, Argentine 硬粒与 B37 和 B73 之间, ETO 与 B73 和 Oh43 之间有较高的配合力。Tuxpeno 与温带种质之间的配合力高于 Argentine 硬粒或 ETO。美国玉米带马齿种质与 Cateto 之间有很强的杂种优势。BS16(1)(ETO 种质)×BS29(Suwan1 种质)具有最高产量, 而 BS16(1)×BS28(Tuxpeno 种质)具有最高超亲优势(20.3%)^[6]。

7 热带亚热带种质在温带利用存在的问题与展望

存在的问题: 一是光周期问题。光周期敏感是热带亚热带玉米种质在温带利用的最大障碍。关于玉米光周期的遗传规律、生理机制和鉴定方法等问题, 都有待于进一步深入研究探讨, 以利于热带亚热带种质的广泛应用。二是热带亚热带种质与温带种质的遗传关系问题。虽然在这方面做了一些工作, 但对热带亚热带玉米种质的遗传潜力与温带种质的遗传关系问题尚不十分清楚。工作中还存在一定的盲目性, 需要做的工作还很多。弄清其血缘关系及优势类群划分, 可为改良、选系、组配杂交提供理论依据, 减少盲目性提高育种效率。三是热带亚热带种质导入后的选育问题。热带亚热带种质遗传变异丰富, 由于对光温比较敏感, 基因与环境之间互作明显, 可能掩盖其有利基因的表达, 因此需要足够的起始群体和多代的基因重组, 才能打破基因间的连锁, 把热带与温带种质的有利基因结合在一起, 创造优异的材料。由此说明热带种质的利用是一项漫长的

系统工程, 不能一蹴而就, 需要有时间、耐心、固定的研究人员及资金支持。

热带亚热带种质资源遗传变异丰富, 与温带种质交流少, 可利用潜力大。现在玉米育种利用的种质还不足其种质资源的5%, 其巨大遗传潜力尚待挖掘。热带亚热带种质的研究和利用已成为国内外育种中的一个热点, 将在世界玉米生产中发挥越来越重要的作用。远古时代玉米与大刍草种质的渐渗, 形成了玉米的栽培种, 由野生种到栽培种发生了质的变化。18~19世纪期间, 美国北方硬粒种和南方马齿种天然杂交和选择, 形成了美国玉米带优质的马齿型种质, 使美国乃至世界玉米生产水平向前跨进了一大步。可见不同种族间材料杂交所产生的巨大作用。温热种质杂交也将会给世界玉米带来崭新的巨大变化, 尤其是现代科学技术的发展和现代化育种手段的应用, 这种变化将会更快、更早地到来。

参考文献:

- [1] 李新海, 倪进斌, 徐尚. 8个CIMMYT玉米群体遗传变异的研究[J]. 作物杂志, 1998, (增): 19-23.
- [2] 番兴明, 谭静, 杨峻芸. 热带、亚热带外来玉米种质的利用[J]. 西南农业学报, 2000, 13(1): 107-111.
- [3] 胡学安, 吴凤兰, 魏良明, 等. 热带、亚热带玉米种质的研究与利用[J]. 国外农学—杂粮作物, 1999, 19(3): 4-9.
- [4] 刘治先, 贾世锋, 郭庆法, 等. 热带亚热带玉米种质的导入和改良创新研究[J]. 作物品种资源, 1999, (1): 5-7.
- [5] 陈彦惠, 王利明, 吴连成, 等. 玉米热带、亚热带种质资源利用的现状与展望[J]. 河南农业大学学报, 1999, 33(2): 202-206.
- [6] 李新海, 李明顺, 袁力行, 等. 热带亚热带玉米种质的研究与利用[J]. 中国农业科学, 2000, 33(增): 20-26.
- [7] 董海合, 李凤华, 冯芬芬, 等. 吉林省利用热带亚热带玉米种质的概况[J]. 作物杂志, 1998, (增): 60-62.
- [8] 陈彦惠, 王利明, 戴景瑞. 中国温带玉米种质与热带亚热带种质杂优组合模式研究[J]. 作物学报, 2000, 26(5): 557-564.
- [9] 陈彦惠, 张向前, 常胜合, 等. 热带玉米光周期敏感相关性状的遗传分析[J]. 中国农业科学, 2003, 36(3): 248-253.
- [10] 刘治先, 张发军, 孟昭东, 等. 热带亚热带玉米种质的利用研究进展[J]. 山东农业科学, 2000, (4): 49-51.
- [11] 哈洛威. 中国农业科学院作物育种栽培研究所. 玉米轮回选择的理论实践[J]. 北京: 农业出版社, 1989.
- [12] 崔国良, 韩志景, M. M. Goodman. 热带玉米种质在美国的改良与利用[J]. 山东农业科学, 1998, (4): 46-47.
- [13] 胡学安, 魏良明, 贾连峰. 热带亚热带玉米种质在温带育种中的应用[J]. 作物品种资源, 1998, (1): 11-13.
- [14] 亢伟良, 王永善, 卢超. 温热带玉米种质改良的现状与趋势分析[J]. 种子, 2001, (4): 34-36.