

优质蛋白玉米育种动态(综述)

庄铁成 王 月

(长春市农业科学院, 长春 130111)

高赖氨酸玉米的发祥地是美国普渡大学(Purdue University), Opaque-2 基因发现者是密茨(E. T. Mertz)和格洛弗(D. V. Glover)教授。国际玉米小麦中心(CIMMYT)从1970年开始将 Opaque-2 突变基因广泛导入其它玉米种质中, 培育了一批高赖氨酸且农艺性状优良的 QPM 种质, 1993年3月我们对上述单位进行了考察, 并和有关专家进行了学术交流, 通过考察和交流, 现就优质蛋白玉米(QPM)育种动态作以综述, 仅供参考。

1 Opaque-2 玉米品质改良

众所周知, 早期的 Opaque-2 玉米存在着干物质积累减少、籽粒容重低、质地变软、易感穗粒腐病和害虫危害等缺点。为了克服这些缺点, 世界各国的科学家们在优质蛋白种质的改良方面, 利用多种途径进行了试验, 其中最具有前途的方法是: 对高赖氨酸含量的轮回选择; 增加胚的比例; 选育具有普通玉米表现型的双突变体; 通过利用和累积 Opaque-2 位点上的修饰基因选育硬胚乳类型。

1.1 轮回选择

由于玉米籽粒中赖氨酸和色氨酸含量的变异性很小, 同时还缺乏检测这种变异性的简易方法, 在普通胚乳玉米群体中, 通过轮回选择来选育高赖氨酸玉米难度很大, 将高赖氨酸性状导入其它背景中也是很困难的(Vasal et al, 1984)。

1.2 双突变体

双突变基因组合 FL2 & 02、SU2 & 02 曾作为选育具有普通玉米表现型的优质蛋白

玉米的一种方法被育种家们利用。FL2 & 02 组合在某些背景中出现过透明籽粒(Nelson 1966), 但在很多背景下则不出现(Vasal et al. 1980)。由于两个突变基因间的互作仅在很稀有的背景中才出现, 现在 CIMMYT 已放弃了这种方法。美国普渡大学的研究结果表明, SU2 & 02 突变基因间在纯合隐性条件下的互作, 使某些透明的籽粒中胚乳蛋白的赖氨酸含量高于 Opaque-2 玉米(Glover 1988)。CIMMYT 的研究表明, 这一双突变体在改善籽粒表型方面很有前途, 已选育出一批与粉质 Opaque-2 玉米相比籽粒重, 表现型好的家系作为基因库中备用材料。晚熟的原始群体经4轮选择, 得到花期提前、穗位降低、成熟时含水量降低的优良农艺性状, 但籽粒产量降低了15~20%(Vasal 1984)。

1.3 修饰基因

通过利用和累积 Opaque-2 位点上的修饰基因选育硬胚乳类型材料是 CIMMYT 选育 QPM 种质的主要途径。育种家们从 Opaque-2 综合种及回交派生的 Opaque-2 群体中注重选择被修饰基因所修饰的籽粒, 结合运用 Opaque-2 基因及其遗传修饰基因两个遗传系统, 结果表明: 这些修饰基因可对籽粒性状起修饰作用, 选育出不同类型的并保持可观的优质蛋白水平的硬胚乳玉米(CIMMYT 1970)。

2 育种策略

CIMMYT 通过两种策略选育修饰型胚乳 Opaque-2 供体材料。

2.1 开发白色和黄色遗传基础广泛的 Opaque-2 复合品种, 并进一步选择具有优良蛋白品质的修饰型材料。

2.2 在籽粒修饰作用具有足够变异性的窄遗传基础的群体内选择修饰型籽粒。

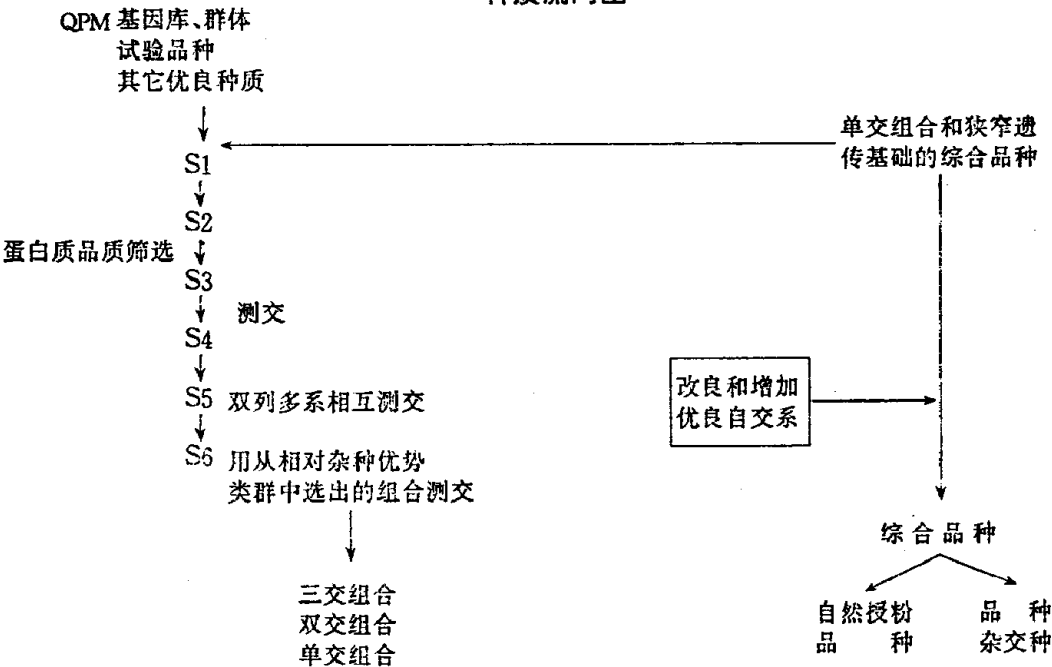
2.3 采用上述策略后,应用回交——轮回选择法将供体材料的硬胚乳 Opaque-2 基因转换到 CIMMYT 保存的全系列的热带和亚热带的种质资源中去。

Opaque-2 种质的群体改良和基因转换,主要采用逐级独立淘汰的多性状选择程序来积累修饰基因,保持优质蛋白品质,增加对穗腐病的抗性和改善产量及其它农艺性状 (Vasal et al. 1984)。CIMMYT 从 1970 年开始,经过 10 多年的努力,已选育出热带、亚热带基因库和群体中大多数材料的 QPM 转换系。湿索的研究表明:有的 QPM 转换系的产量已与其相应普通玉米材料相近。运用这种方法已选育了 13 个基因库、10 个群体以及亚热带黄色和热带白色高油 QPM 群体 (Glover 1987)。

3 QPM 育种动向

CIMMYT 已经结束了 QPM 基因库和

种质流向图



3.2 QPM 种质的流向

CIMMYT 的 QPM 项目正在根据参加

群体的轮回选择工作,目前主要是致力于选育配合力好,具有优良农艺性状,抗病虫害,并可用于组配各种类型的杂交种或用于合成自然授粉品种的优良自交系。

3.1 在育种策略和方法上产生上述变化的主要原因是

a 杂交种能最大限度地开发利用杂种优势,杂交种可以比自然授粉品种显示出更强的杂种优势。

b QPM 杂交种子的特殊生产方式可以保证杂交种的纯度,而纯度则是在发展中国家开发自然授粉品种的一个障碍。

c 杂交种与自然授粉品种相比,杂交种在籽粒修饰作用方面更容易改变和稳定。

d 只要亲本自交系保持纯正,杂交种对蛋白质品质检验工作要求很少。而这一点对发展中国家很重要,它们一般都缺乏蛋白质品质分析化验设备。

合作的世界上不同地区国家项目试验的需要,相应地选育纯合的自交系并组配三交和双交种。

QPM 项目的付产品是顶交种、品种杂交种和用做自然授粉的综合种。

单交组合和狭窄遗传基础的综合品种,既可以丰富 QPM 基因库、群体和其它优良种质,又可以育成综合种、品种和品杂种。

3.3 早代测验

在自交早代,评价早代系的直立性、抽穗至抽丝的间距、抗病性和蛋白质品质化学分析。当早代系的每一个世代的生产性能得到改善时,可在 S_2 代进行测交评价一般配合力。过去曾用自然授粉品种作为测验种,现在是用可以作为组配三交种和双交种亲本的单交种作测验种。双列多系相互杂交是在每个自交世代生产性能均较好,并在测交中表现好的早代系间进行。

4 世界各国 QPM 育种工作

CIMMYT 的科学家们经过 20 年的努力,在 QPM 育种方面取得了显著的成就。他们利用修饰基因改良籽粒性状,组建高蛋白玉米基因库,目前已组成在熟期、籽粒颜色、籽粒类型等方面有差异的 7 个热带低海拔 QPM 基因库和 6 个亚热带 QPM 基因库,并从此 13 个基因库中选育了 6 个热带和 4 个亚热带高代群体。CIMMYT 对这 10 个群体采用轮回选择法进行改良,在每个群体中每轮选出 250 个家系在 6 个地点进行 IPTT(国际范围后代鉴定试验)。每个点选择 10 个家系合成一个品种,在 30~50 个点进行 EVT(试验品种试验)。再在 EVT 中选择最好的品种在 60~80 个点进行 ELVT(优良试验品种试验)。试验结果表明:已育出产量接近甚至超过普通玉米的 QPM。当前,美国开发研究硬质胚乳 Opaque-2 杂交种主要是普渡大学、伊利诺斯大学和得克萨斯农业和机械大学,还有 Crow, Wilson, pioneer 种子公司。在欧洲,苏联、意大利、西德以及东欧一些国家也在进行 QPM 的研究工作。南非也报道了他们选用的部分 Opaque-2 杂交种在产量方面接近普通玉米的研究报告。中美洲国家十

分重视食用和饲用 QPM 品种。危地马拉已经推广了一个 QPM 品种——Nutricia。在南美洲,巴西在 1988 年推广了一个从 CIMMYT 的群体中派生的品种 BR451,到 1990 年已种植 7 万公顷。在玻利维亚推广 Tuxpeno-02 5000 公顷,厄瓜多尔推广 INIAP528,委内瑞拉推广 FUNIP-2 品种等。在非洲,2000 世界作物研究所(Crop Research Institute--Global 2000)则也已在 1990 年鉴定了大量的硬胚乳 QPM 种质。加纳推广了 La Posta-02,塞内加尔推广了 Obregon 7740 和 Poza Rica 8362。在亚洲,印度、菲律宾、越南都引入了 CIMMYT 的 QPM 材料,并对 QPM 种质进行了鉴定,并开始推广选自群体 63(Population 63)的品种。

我国 QPM 研究工作已处于世界领先地位。“八五”期间,国家成立了由中国农业科学院主持的优质蛋白玉米协作攻关组,北京农大、山东、新疆、四川、黑龙江、长春市农科院和新疆农垦科学院等单位参加。从事资源交换、鉴定、自交系配合力研究、优良组合良法示范、高赖自交系改良、遗传、抗病育种等研究。近几年来,已育出中单 206、鲁单 203、长单 58 等一批产量相当普通玉米的高赖杂交种,现正在推广示范。与此同时,在利用优质蛋白玉米进行的养猪养禽生物学试验方面也取得了显著进展。我国 QPM 的研究开发工作,对于形成玉米带经济优势的作用日渐显著。

5 结束语

当前世界各国已拥有一大批可选用的早熟、晚熟,白色、黄色籽粒,适合热带、亚热带、热带高原和温带的 QPM 基因库、群体、品种和杂交种。这些资源极大丰富了进一步进行 QPM 群体改良及杂交种选育的优良基础。

近年来,玉米 RFLP 连锁图研究的有成效的进展为促进 QPM 育种提供了新的机遇

(上接第14页)

(Schmidt et al. 1987 and Tanksley et al. 1989)。随着组织培养的广泛应用和分子生物学的飞速发展,QPM 研究工作也受到积极影响。在赖氨酸加色氨酸补给性培养基上筛选幼苗,已鉴定出提高蛋氨酸含量的优良品系(Phillips et al. 1981)。可以相信,丰富的遗传基础和高新生物技术的应用为 QPM 育种展示了广阔的发展前景。

参 考 文 献

- [1] 庄铁成,大力发展“三高”玉米,形成玉米带经济优势。
《玉米科学》,1992,创刊号 11-13
- [2] Villegas, E., et al., 1992. Quality Protein maize-What is it and how was it developed in; Quality Protein Maize.
27-48
- [3] CIMMYT 1989. Review of Advances in plant Biotech-

nology, 1985-1988

- [4] CIMMYT 1990. CIMMYT International Testing Program, 1988 Final Report.
- [5] Glover, D. V., et. al., 1987. Corn. In: Nutritional Quality of Cereal Grains: Genetic and Agronomic Improvement, 183-336
- [6] Nelson, O. E., 1966. Opaque-2, floury-2 and high protein maize. In: proc. High Lysine Corn Conference. 156-160
- [7] Phillips, R. L., et al., Gegenbach. 1981. Seedling screening for Lysine-plus-threonine resistant maize. Crop Sci., 21:601-607
- [8] Vasal, S. K., et al., 1984. Recent advances in the development of quality protein maize germplasm at the Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo. In: Cereal Grain Protein Improvement, IAEA, Vienna. 167-189