

玉米育种调研报告附件一

内 部

玉 米 品 质 育 种

山东省科技情报研究所

一九七八年一月

前 言

为加速实现农业现代化，摸清农业方面的“三个”水平（即省内、国内和国外的水平）、“两个”差距（即我省和国内、国外的差距），为指导生产、科研和制定赶超规划提供科学依据。我们根据省科委的部署，自一九七七年七月开始，组织有关科研、教育和科技情报等二十多个单位，共三十余人，历时三、四个月，赴省内外有关单位，分别就小麦、玉米、棉花、花生、大豆等作物育种和耕作制度改革、微生物农药七个方面，广泛地进行调查研究。现将调研报告（包括综合报告和专题资料）分别印发供领导和有关单位参考。由于我们人力和水平所限，时间短促，调研工作还不够深入，错误和缺点在所难免，请领导和同志们批评指正。

附：各调研组参加单位

小麦：山东省农科院作物所、莱阳农大、烟台地区良种场

玉米：山东农学院、泰安地区科委、烟台地区农科所、昌潍农校

棉花：山东省棉花所、惠民地区科委、德州地区棉花育种场

花生：山东省花生所、临沂地区农科所、昌潍地区农科所

大豆：济宁地区科委、昌潍地区农科所、济宁地区农科所、滕县、兖州县科委

耕制改革：山东省土肥所、昌潍地区科委、山东省林科所、临沂地区农科所、淄博市农科所

微生物农药：山东省土肥所、山东省农科院植保所、聊城地区农科所、山东省林科所。

一九七七年十二月

玉米品质育种

人类所需要的蛋白质70%来自粮食作物。在世界粮食总产量中，玉米的产量居第三位。但普通玉米的蛋白质含量仅在10%左右，且质量也差，其中不易为人类所吸收的胶蛋白占50%以上，赖氨酸和色氨酸分别占全籽粒的0.2%、0.1%，营养价值较低。为了提高玉米籽粒的营养价值，美国伊利诺斯州农业试验站从1896年起，在一个原始玉米品种“白磨石”中进行高蛋白选择，经过70世代连续选择，从原始品种蛋白质含量的10.9%，提高到最高含量达27~28%。通称为“伊利诺斯高蛋白系”（IHP）。伊利诺斯高蛋白系虽然蛋白质含量大大提高，但提高的主要是胶蛋白，其氨基酸组成上不平衡，每百克蛋白质中的赖氨酸和色氨酸含量却下降了（附表1）。1963年美国发现奥帕克—2（O₂）可以提高玉米籽粒赖氨酸含量；1965年又发现“弗洛里—2”（f1₂）也有相似的作用。

表1 IHP与正常系蛋白质和氨基酸比较

项 目 类 型	蛋 白 质 (%)				每百克蛋白质中的克数	
	清蛋白	球蛋白	胶蛋白	谷蛋白	赖氨酸	色氨酸
IHP	3.0	3.2	68.0	20.7	1.49	0.44
正常系	4.2	4.6	46.1	36.1	2.03	0.67

“奥帕克—2”（O₂）和“弗洛里—2”（f1₂）这两个突变体表现型相似，为暗淡的不透明籽粒。O₂和f1₂与伊利诺斯高蛋白系比较，赖氨酸和色氨酸等大大提高；它们和普通玉米比较，赖氨酸和色氨酸也显著增大（附表2）。这种差异主要表现在胚乳方面。造成这种差异的原因，主要是O₂和f1₂的非醇溶蛋白占优势，其次是醇溶蛋白质中的赖氨酸和色氨酸含量也大大提高。国外对O₂、f1₂进行了生物学试验。对2~6岁的儿童，按每日每公斤体重供给1.8~2.0克“O₂”玉米蛋白质时，其营养价值同脱脂

的奶粉一样高。对成年人，按每人每天供给“O₂”干粉300克时，可以维持N的平衡，而给予普通玉米时，则需加倍（即600克），才能维持N的平衡。用“O₂”玉米喂猪，每增重1公斤需3.5个饲料单位，而用普通玉米粉则要5.2个饲料单位，普通玉米消耗比“O₂”玉米高48.6%。f₁₂的生物学试验较少，其结果与“O₂”相类似。

表2 不同类型种子中氨基酸成分（每百克蛋白质中的克数）

氨基酸类型	赖氨酸	色氨酸	组氨酸	精氨酸	天门冬氨酸	苏氨酸	丝氨酸	谷氨酸	脯氨酸	甘氨酸	丙氨酸	胱氨酸	缬氨酸	蛋氨酸	异亮氨酸	亮氨酸	酪氨酸	苯丙氨酸	蛋白质（占绝对干物质%）
O ₂	5.0	1.3	3.5	7.2	8.8	3.8	4.7	17.2	28.4	5.1	16.7	2.0	5.2	2.2	3.4	9.3	4.2	4.4	10.5
正常玉米	3.0	0.7	2.6	4.9	9.2	4.1	5.6	22.6	9.6	4.7	9.2	1.7	5.7	1.3	4.2	14.6	5.2	5.8	9.0
f ₁ ₂	4.8	1.1	2.9	6.3	10.5	4.1	5.2	18.2	8.4	4.7	8.0	1.6	5.7	2.7	4.0	12.0	4.6	5.2	17.0

自从发现“O₂”和“f₁₂”这两个突变体可以提高玉米籽粒的赖氨酸含量以后，玉米的高赖氨酸育种工作才先后在若干个国家活跃起来。如何把“O₂”和“f₁₂”的高赖氨酸、高色氨酸转到常用的优良自交系中去，从而配成蛋白质优良的杂交种。美国首先用“O₂”原种，通过回交的方法，把一些常用自交系转育成奥帕克类型的自交系，并组配成一些奥帕克类型的杂交种。近十多年来，南斯拉夫、苏联、法国、意大利、罗马尼亚、墨西哥、巴西、朝鲜等国也相继引入“O₂”原种，通过回交的方法，把优良自交系或综合种转育成奥帕克型。自交系回交转育的方法是：将“O₂”原种（或正常系的“O₂”同型系）与某一正常系杂交；F₁植株用同一正常系回交（BC₁）；BC₁植株再自交，在自交果穗上选不透明胚乳的籽粒播种，而后再从中选择表现型类似正常系的植株，用正常系回交；每回交一次再自交一次，选择不透明籽粒播种。一般需要回交4~5代，就可把某一正常系转育成“O₂”的同型系。

若将“O₂”基因转入综合品种中去，其具体作法是：用“O₂”原种与某一综合品种授粉；然后用该综合品种连续回交二代；第四年将回交二代杂种播种于隔离区内任其自由授粉，收获时在果穗上根据软质胚乳性状挑选高赖氨酸籽粒；第五年将新得到的“O₂”籽粒（即挑选出的高赖氨酸籽粒）混合播种于隔离区内，自由授粉，选择理想

株型和果穗留种，即成“O₂”型综合品种。无论是自交系，还是综合品种，在回交转育过程中，对回交转育的后代除目测鉴定外，还应用氨基酸分析仪对其籽粒的赖氨酸、色氨酸等进行分析测定。

近些年来，许多国家在改进玉米籽粒蛋白质品质方面取得了一些成绩。美国1969年开始在玉米生产上推广高赖氨酸的奥帕克—2型的杂交种，到1974年种植面积约占玉米面积的5%，罗马尼亚亦育成一批高赖氨酸玉米杂交种，其中单交种“HS—330”，双交种“HD—310”增产性能良好，已大面积推广。苏联育成高赖氨酸杂交种46个，其中“克拉斯诺达尔303夫尔”，赖氨酸占干物质的0.4~0.5%，其籽粒产量、蛋白质和赖氨酸含量分别比普通杂交种相应增长11.2%、11.1%和58%，已在生产上开始推广。南斯拉夫、墨西哥也育成了一批高赖氨酸杂交种，且有一定试种面积。

目前高蛋白、高赖氨酸育种存在着一些问题：高蛋白玉米产量低、赖氨酸含量低，高赖氨酸玉米千粒重低，一般产量亦较低，籽粒易破碎，在田间易发霉等等。针对这些情况，近几年来，一些国家在高蛋白、高赖氨酸育种工作上有些改进。其途径大体如下：

(1) 解决高蛋白与产量低、赖氨酸量低的矛盾。目前侧重解决赖氨酸含量的问题。苏联克拉斯诺达尔农科所设想把“O₂”基因引入“伊利诺斯高蛋白系”和其它高蛋白系中，试图获得理想的玉米杂种，现在已有良好的苗头。

(2) 解决高赖氨酸玉米产量较低的问题，主要是在设法解决亲本的配合力。一些国家除了引入“O₂”原种和fl₂”原种进行回交转育工作外，还正在采取各种措施扩大高赖氨酸材料的来源。如南斯拉夫的塞尔维亚玉米研究所从本国的品种资源中筛选高赖氨酸材料，现已选育出一批赖氨酸含量较高的材料，其中含量高的达5.2%（每百克蛋白质中赖氨酸的含量）。用这批材料与来源于美国的高赖氨酸材料杂交组配成的杂种，由于亲本血缘关系远，产量与普通杂交种相当。苏联采取选择彼此具有较高配合力的“O₂”基因的各种不同材料，分别与常用优良自交系进行回交，回交2—3代以后，即用其组配杂交种。这样可以获得产量较高的高赖氨酸杂交种。

(3) 解决高赖氨酸玉米的籽粒质地松软、易遭病虫害的缺点，目前采取如下几个办法：①广泛筛选更好的遗传材料，寻找硬质胚乳的高赖氨酸玉米突变系。②在“O₂”回交转育过程中，选育硬胚乳的高赖氨酸系。用“O₂”回交转育时，由于修饰

基因的作用，回交后代再自交的果穗上出现有半透明或透明的籽粒，用不损伤胚芽的单个生化测定技术分别测定其赖氨酸含量，从中选取高赖氨酸的籽粒种植。如此继续选2~3次，就可以得到半透明或透明胚乳的高赖氨酸系。③玉米胚乳双隐性突变的结合，改善胚乳碳水化合物品质，产生硬质胚乳。一般认为“O₂”与“糖-2”的结合(O₂SU₂)、“O₂”与“脆弱-2”的结合(O₂be₂)、“O₂”与“糯玉米”的结合(O₂WX)、“O₂”与“直链淀粉扩充者”的结合(O₂ae)，改善“O₂”胚乳碳水化合物的品质，产生硬质胚乳的效应较好。双隐性突变体还有可能进一步提高蛋白质的含量，提高赖氨酸、色氨酸的含量。

我国高蛋白、高赖氨酸育种工作仅辽宁省丹东农科所从1974年起才进行了些研究工作。他们的工作主要包括以下几个方面：一是选用国外的高赖氨酸材料通过回交转育，将常用的优良自交系培育成高赖氨酸系；二是将国外引进的“弗洛里-2”的衍生系进行筛选，从中选育抗病性和农艺性状较好的加以利用；三是从本所保存的旅、旅₂、330、金1₄等系统的陈种子中，筛选高赖氨酸系；四是在选育高赖氨酸系的过程中，选用其中少数较好的高赖氨酸系和正常系杂交，组配半高赖氨酸、高产、抗病性强的杂交种，在生产上过渡利用。他们对高蛋白、高赖氨酸育种的研究，虽然时间较短，但已取得了一些成绩。目前经辽宁农科院综合化验室分析（分析45份材料），有10个系（其中5个是该所筛选出来的，5个是回交转育的）超过了对照种“O₂”赖氨酸的含量，赖氨酸的含量为蛋白质的4.5~5.4%，该所对照种“O₂”的赖氨酸含量为4.1%。

高含油量的育种，美国伊利诺斯州农业试验站从1896年开始研究，他们从“白磨石”（Burr white）中经过69世代混合选择，选育成伊利诺斯高油系（IHO），含油量从4.7%提高到16.5%。有人（Leng）很早发现，伊利诺斯高油系玉米的胚大于低油类型，不仅表现在胚与整个籽粒的比例，而且也表现在绝对大小方面。早在1930年和1940年美国（Woodworth与Jugenheimer）就在伊利诺斯州致力于选育高油量的玉米杂交种。他们用当时最好的自交系与伊利诺斯州的含油量高的品种杂交，然后与自交系进行回交，选择高油量的后代，结果所有自交系的含油量都大大提高（提高50~75%）。但用高油量系组配成的杂交种较普通杂交种产量低。近几年来有的试验结果表明，杂交种的含油量在7~8%，其综合性状适合生产上的要求。目前美国已选育出含油量为8~8.5%的高产杂交种（一般玉米含油量为4.3%），正在试种推广。南斯拉夫选育出一批

含油量 7 % 以上的材料，其中最高的达 17.5 %；培育成的 NSSK₇₃₈ 杂交种，含油量达 8 %；还有的单位育成含油量 8 %，赖氨酸又高（占蛋白质的 3 %）的杂交种，在生产上应用。这方面的工作目前我国尚未开展。

（山东省玉米育种调研组）