

文章编号:1003-8701(2011)04-0018-04

# 遗传力在高油玉米育种方面的应用

刘学玲<sup>1</sup>,王平<sup>1</sup>,姜立雁<sup>1</sup>,邹俊岩<sup>2</sup>,  
齐晶<sup>3</sup>,牛宏伟<sup>1</sup>,宋涛<sup>1</sup>

(1. 吉林省通化市农业科学研究院,吉林 海龙 135007; 2. 吉林省镇赉县农业技术推广中心,吉林 镇赉 137300;  
3. 吉林农业大学,长春 130118)

**摘要:**玉米子粒含油量的变异一般都是可遗传的,玉米油分在遗传上由众多的微效基因控制,而且表现较高的遗传力,大部分群体含油量的遗传力在 0.3%~0.6%之间。通过混合选择或轮回选择的途径,有效地选出了若干高油玉米群体和自交系。利用高油玉米子粒含油量的高遗传力选育高油玉米自交系和二环系是促进高油玉米育种的重要手段之一。

**关键词:**遗传力;高油玉米;自交系;二环系;杂交种

中图分类号:S513.033

文献标识码:A

## Application of Heritability in High Oil Maize Breeding

LIU Xue-ling<sup>1</sup>, WANG Ping<sup>1</sup>, ZHOU Jun-yan<sup>2</sup>,  
QI Jing<sup>3</sup>, NIU Hong-wei<sup>1</sup>, SONG Tao<sup>1</sup>

(1. Tonghua Academy of Agricultural Sciences of Jilin Province, Hailong 135007;  
2. Agricultural Technology Extension Center of Zhenlai County, Jilin Province, Zhenlai 137000;  
3. Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China)

**Abstract:** The oil content of maize kernel is usually heritable, and oil content was controlled by many micro-effected genes, represent level range from 0.3 to 0.6 percent. Through the methods of the commix selection or the recurrent selection, some high oil groups and inbred lines were selected. It is the main methods to improve oil content of maize by selecting high oil inbred lines and second cycle lines using high heritability of high oil content in maize kernel.

**Keywords:** Heritability; High oil maize; Inbred line; Second cycle line; Hybrid

高油玉米育种与其他特定目标育种一样,需要特定的种质资源。而高油玉米种质资源还未曾发现天然所形成的类型,在自然界不存在高油玉米种质资源,高油玉米是 20 世纪人工创造的玉米新类型,是在人工选择下微效多基因连续累加人工定向选择的结果,具有高能、高营养、多用途等多种优点。玉米子粒含油量高,且含有较高的蛋白质、赖氨酸、类胡萝卜素和维生素,是一种优质饲料,还是用于制造清洁剂、表面涂料、塑料及特殊润滑剂的优质原料,是新型的高附加值玉米。高油玉米具有多用性 - 粮食、油料、饲料、工业原料,因

而是玉米未来发展的重要方向。我国玉米的种植面积大,产量高,因而高油玉米的开发潜力巨大。

我国高油玉米杂交种的育种目标要求子粒油分含量要在 6%以上,农艺性状、抗病性及产量指标与生产上推广的普通玉米良种持平或有所提高。这样才有可能培育出高油、抗病、抗倒、高产、耐密、广适的高油玉米杂交种,并在生产上得到迅速推广应用。玉米子粒含油量是多基因控制的具有较高遗传力的遗传性状,而高油分的高遗传力给品种的选育和加工利用提供了最大的方便,要求选育出品质优良、营养价值高的粮、油、饲、工兼用型高油玉米杂交种以提高玉米的经济效益。因此,人为地创造高油玉米群体并从中选育优良自交系就显得尤其重要。

收稿日期:2010-12-08

作者简介:刘学玲(1971-),女,副研究员,主要从事玉米育种研究。

## 1 高油玉米子粒含油量的遗传特点

玉米子粒含油量是多基因控制的具有较高遗传力的遗传性状,含油量变幅一般为 2.0%~10.2% 变异范围较大,Dudely(1992)通过对 IHO 和 ILO 的研究,认为控制玉米油分的基因达 60 对以上,基因的加性作用是主要的。包括控制胚大小的基因、控制油分含量的基因、控制油分质量的基因等,大部分群体含油量的遗传力在 0.3%~0.6% 之间。 $F_1$  和  $F_2$  株系子粒的含油量相关系数为 0.75, $F_2$  和  $F_3$  株系子粒的含油量相关系数在 0.54~0.84 之间。IHO 高油系最高油分已达 22%,且有再提高的潜力。

玉米子粒含油量与种胚大小、胚重和产量有关。玉米子粒油分 85% 集中在胚中,玉米子粒含油量的增加,既来自胚所占比重的增加,也来自胚中油分含量的增加,二者之间存在某种平衡的关系。所以子粒含油量的多少主要取决于种胚的大小和胚自身含油量的高低。但在育种选择的不同阶段,变化的速度有差异,种子含油量在 7% 以下时,油分的增加主要是由于胚中含油量的迅速提高,因为这一阶段胚所占比重变化不大,种子含油量在 7.0%~9.7% 之间,是由于胚中油分含量和胚所占比重同时增加的结果。当含油量超过 9.7%,胚中油分含量的增加比较缓慢,含油量的提高主要靠种胚所占比重提高。从总的变化趋势看,油分含量的提高总伴随着种胚绝对重量和胚面积的增加。玉米油分含量与种胚占整个种子的比重呈高度正相关。

宋同明在原来单子粒含油量轮回选择基础上,创造了“大群体,多参数综合轮回选择法”的子粒含油量选择新法,对农艺性状,抗病性,抗倒性和粒重等多个参数进行选择,使含油量选择效率提高 50% 以上,最突出的表现是随含油量的增加,粒重不减,克服了原来方法随含油量增加粒重下降的弊端,而获得的新群体,大部分农艺性状和抗病、抗倒性均优于原始群体。宋同明创造了具有我国自主知识产权的 9 个高油玉米基础群体,平均含油量达到了 15.5%,最高达 18.9%,属于原创性高油玉米资源创新。美国经过一个多世纪 10 多位科学家的努力曾发展了 6 个高油群体,平均含油量仅为 11.4%。当前世界高油玉米群体共有 17 个,依含油量高低排序,在前 10 名中,中国占了 8 个。

运用相关分析统计方法分别分析高油分在自交世代和测交世代的遗传力相关系数,并比较了

自交早代和高代配合力性状遗传力大小和实质。一个优良玉米杂交种必然是由其优良亲本以最佳的组合模式相结合。并且其亲本自交系的优良性状遗传力要高,特别是一般配合力遗传尤其重要,如果亲本自交系间的有益性状不能够相互配合共同遗传给后代,那么所选育的新自交系即使其综合农艺性状各个方面都非常优秀,这个自交系最终在育种实践中被淘汰。因此,玉米自交系的选育必须重视育种基础材料、各选择世代穗系或品系的遗传特点、性状遗传力的大小,通过研究分析中选目标性状的分离世代的遗传差值(真实遗传效应),才能有效地提高配合力及育种目标性状优良的新自交系的中选率,在此基础上方能大大提高玉米育种效果,组配出强优势杂交组合,选育出高产、稳产、抗逆性强、适应性广的优良玉米新杂交种。

## 2 创造高油玉米群体的途径和方法

### 2.1 创造高油分、高产量且耐密植的高油玉米群体

前期工作要求原始群体具有广泛的遗传多样性,有较高的配合力、抗病性、耐密性、理想株型,集更多优良基因于一身的高起点原则。

### 2.2 遗传设计上尽量避免过度自交

避免同一果穗子粒间油分的差异对选择造成的影响。注意高油玉米的“花粉直感效应”和“偏母效应”,提高选择效率。

### 2.3 采用分阶段综合轮回选择法

先在原始群体的基础上,对农艺性状、抗病性、抗倒性、耐密性等重要目标进行 3~5 个世代的选择,使其趋于稳定,而后主要对油分含量进行定向选择,以确保高油群体有优良的耐密性、抗倒性、抗病性和广适性。选择过程中对表现优异者与设计的测验种测配,结合一般配合力或特殊配合力的测定和田间目测选择,加快育种进程,快速稳定,使创新的高油群体具有较高的配合力,选出更多有生产潜力的高油新自交系。

### 2.4 采用兼顾含油量和产量的轮回选择方案

早期的研究认为,当群体的含油量提高到 8% 以上时,随着含油量的继续提高,产量将下降,二者呈显著负相关,而对瑞德黄马牙群体的高油轮回选择的结果表明,在选择过程中,只要同时注意含油量与产量,就可以获得双高的玉米品种。在基础群体中,选优良单株自交,同时用其花粉与测验种杂交,一方面对自交后代进行单株单粒油分分

析选择,另一方面考察其测交产量结果,根据测产结果和含油量选择结果,挑选最优株系组成下一轮选择群体,经过几轮选择,含油量和产量将会同时得以提高。

## 2.5 注意花粉直感效应和偏母遗传对授粉当代和 $F_1$ 的影响

玉米油分基因对授粉当代子粒胚面积增大或油分提高的影响称为花粉直感效应。花粉直感效应(immediate effect)也是高油基因的重要遗传效应,油分基因的花粉直感效应值为  $0.3 \sim 0.4$ ,也就是说父本含油量每增加一个百分点,母本可提高  $0.3 \sim 0.4$  个百分点。一般普通玉米含油量  $4\%$  左右,如果高油授粉者含油量为  $10\%$ ,则其差值为  $6$  个百分点,可产生的花粉直感效应为  $1.8 \sim 2.4$  个百分点,也即可使普通玉米含油量提高到  $6\%$  左右,基本上达到了高油玉米的标准。如此明显的遗传效应,为其在生产上直接利用提供了有利条件。宋同明(1991)估计出油分基因的花粉直感效应值为  $0.35\%$ ,段民孝(2000)估计出高油玉米杂交种花粉直感效应为  $0.42$ 。种子亲本对油分含量的影响明显大于花粉亲本,这种母本遗传效应显著大于父本的现象称之为偏母遗传。子粒的胚重和胚中含油量是两个决定子粒油分高低的重要性状,控制胚中含油量基因的遗传方式是加性的不受正反交的影响,而胚重的表现则不同,母本与父本对  $F_1$  的胚重影响都很大,高油亲本做母本时,效应更为突出,呈偏母遗传特征,正反交  $F_1$  胚重都显著高于中亲值,胚重的遗传是加性、显性、上位性三种效应同时存在。所以,亲本所处的位置(母或父)对子粒的含油量是有影响的。低油亲本的低油基因作母本对  $F_1$  含油量有更大的影响,而高油亲本的高油基因作母本没有表现出很强的偏母效应。总之,低油基因对  $F_1$  代的遗传效应较强,显性偏差偏向于低油亲本一边。

## 3 选育高油二环系

### 3.1 培育高油二环系是促进高油玉米育种的重要手段之一

目前可以直接利用的高油玉米自交系和群体十分有限,农艺性状和抗病性抗倒性也不理想,远远跟不上常规育种的前进步伐,扩大高油玉米自交系的种质资源,提高高油玉米自交系的配合力、耐密性、抗病性、抗倒性、广适性等是当务之急。高油玉米二环系是集普通玉米优异特性和高油玉米的高油分二者有益基因以最佳组合形式而选育出

来的。选育方法与常规玉米二环系的选育方法基本相同,首先把高油群体与带有互补性状的优良自交系、杂交种、综合种杂交,从  $F_1$  起连续自交,选择过程中对表现优异者与设计的测验种测配,结合一般配合力或特殊配合力的测定选择,同时按育种目标进行选择,注意结合单粒种子的油分测定,播种含油量最高的子粒,育成的自交系的油分含量在两亲本之间,育出的高油群体具有较高的配合力,确保选出更多有生产潜力的新高油玉米二环系。UHO 群体是选育高油二环系的好材料。

### 3.2 必须将遗传育种理论和田间实践相结合

在实际玉米育种工作中,育成一个高产、稳产、优良的玉米新杂交种,一般都需要  $8$  年左右的时间,在这漫长的选择和试验过程中,会受到千变万化的自然环境因素的影响。导致遗传基因型和环境不可能完全彼此独立,大部分情况是有益性状的遗传表现型是混合着环境因素所造成的非遗传变异,在选择育种目标性状时,最不容易从遗传本质上判别真正是由“有益遗传基因所引起的变异”还是由非遗传因素所引起的性状变异(产量性状)。因此在选择过程中,有时可能丢失由优良的遗传基因型所引起的变异表现型而错误的选择了由非遗传因素所引起的变异表现型。将所有可能会造成环境误差的因素都降低到最小,以得到无偏差的遗传基因估计值,提高选择的有效性。必须细致地考虑育种目标性状的遗传力大小,特别是在高油玉米自交系的筛选方面,各选择世代的农艺性状的遗传力是其配合力遗传分析和选择的关键。

## 4 利用优良普通玉米自交系转育高油系

转育常规玉米自交系为高油系是扩大高油玉米种质资源的途径之一。通过杂交和回交即可育成同型高油自交系。

## 5 高油玉米育种前景广大

一个优良高油玉米杂交种应具备在遗传组成上高度杂合,在形态上整齐一致,并且在特定的生态、经济和栽培条件下,表现出高油、高产、稳产、优质、抗倒伏、耐密植、抗病虫、抗逆性强、适应性广等特点。高油玉米杂交种的设计是把具有不同特点的高油亲本和普通亲本组合在一起,使双亲的各个优良性状都以最大程度地发挥和互补,从

而育成一个强优势的杂交组合。具有综合农艺性状优良、含油量高、耐密植、免疫或高抗玉米多种病虫害、抗逆性强、适应性广等特点。如：高油 115、通油 1 号、春油 1 号、高油 647 等。

#### 5.1 采取以用为主、测用结合的育种策略

在高油玉米自交系选育的同时，结合配合力的测定，自交系稳定了，新的杂交种也就育成了。采用双列杂交法，选用少数有各种突出特点、配合力高、综合性状优良、抗病虫好、抗倒伏、耐密植的在生产和育种研究方面有较大影响的自交系作为骨干系，依据育种目标的要求和亲本选配原则分别和即将育成的高油玉米自交系或优系从 S4 代时测交，配成可能的组合，然后进行产量比较、鉴定，从中选育出优良的自交系和杂交种。这种方法效率较高，不仅测定了新育成自交系的配合力，而且同时选育了新杂交种。但育种成本较高，前提是一定要选的准。

#### 5.2 选育“双高”玉米杂交种

在选育高油高产玉米杂交种的同时，必须选育自身产量也高的高油亲本自交系。玉米杂交种是利用第一代杂交优势为主。自交系间杂交种的育种目标，既是对育成杂交种的最后要求，也是对亲本自交系的间接要求，其中某些性状也是对亲本自交系的直接要求。随着普通玉米杂交种产量水平的不断提高，对高油玉米杂交种亲本自交系产量也提出了新的更高的要求，二者相辅相承。

“双高”的含义是指杂交种本身产量高，制种产量也高，只有亲本自交系的产量高，才能实现制种产量高的目标，以适应市场低成本高效益的竞争需求。

#### 5.3 选育“超级高油玉米”杂交种

农业专家将产量高、品质优良的玉米新杂交种称为“超级玉米”，以突出其对粮食产量的巨大贡献。宋同明把含油率达 10%~15% 的高油玉米称为超级高油玉米，属于“超级玉米”的主要 5 项衡量指标：①产量应该稳定达到 15 000 kg/hm<sup>2</sup> 或比同生育期主栽品种增产 20% 以上。②品质优良，子粒品质要达到国家二级标准以上，对容重、蛋白质、水分都有相应的要求。③能抵抗 5 种以上主要病虫害和抗倒伏、抗干旱、耐阴雨和需日照少等天气条件。④可以大面积种植，适应我国玉米主产区不同的生长条件。⑤制种简单，产量高，制种田产量应达到 9 000 kg/hm<sup>2</sup> 以上。

参考文献：

- [1] 韩 静,鲁守平,郭庆法,等. 高油玉米遗传育种研究现状及展望[J]. 山东农业科学, 2008(5): 20-23.
- [2] 崔俊明. 新编玉米育种学[M]. 北京: 中国农业技术出版社, 2007.
- [3] 李齐霞,李中青,孙万荣,等. 高油玉米之利用技术的研究[J]. 吉林农业科学, 2008, 33(3): 20-21.
- [4] 苏义臣,苏桂华,金明华,等. 吉林省玉米新品种评价[J]. 吉林农业科学, 2008, 33(5): 9-11.
- [5] 滕文星,宋继娟,黄 文. 高油玉米产量性状遗传变异的初步研究[J]. 吉林农业科学, 2007, 32(3): 8-9.