

文章编号: 1005-0906(2004)02-0026-04

普通玉米单交种与高油玉米杂交当代子粒化学成分的遗传分析

贾玉峰, 张新生, 赵 明

(中国人民解放军军需大学农生系, 吉林 长春 130062)

摘 要: 试验以吉林省主推的普通玉米单交种为母本, 以高油玉米为父本进行人工杂交, 研究双亲对杂交当代子粒的脂肪、蛋白质和淀粉含量的影响。结果表明: ①母本对杂交当代子粒脂肪含量的影响大于父本, 杂交当代子粒的脂肪含量与其双亲的关系是: 普通玉米单交种 $\times$ 高油玉米自交系杂交当代子粒的脂肪含量 $=0.60P_1+0.40P_2$; 普通玉米单交种 $\times$ 高油玉米单交种杂交当代子粒的脂肪含量 $=0.65P_1+0.35P_2$; 普通玉米单交种 $\times$ 高油玉米群体的杂交当代子粒的脂肪含量 $=0.60P_1+0.40P_2$ 。②双亲对杂交当代子粒的蛋白质含量的影响比较复杂, 不同杂交组合表现不同。③双亲对杂交当代子粒的淀粉含量的影响有母本大于父本的趋势。

关键词: 玉米; 杂交当代; 脂肪含量; 蛋白质含量; 淀粉含量

中图分类号: S513.01

文献标识码: A

Genetic Analysis on Chemical Compositions of Kernel of F_1 Embryo Stage in Common Corn Single Hybrids and High Oil Corns

JIA Yu-feng, ZHANG Xin-sheng, ZHAO Ming

(The Quartermaster University of the PLA, Changchun 130062, China)

Abstract: By crossing between five common corn single hybrids and four high oil corns, the effects of male and female parents on the kernel fat, protein and starch contents of F_1 embryo stage were conducted. Results were as follow: ①The effects of female parent on the kernel fat content of F_1 embryo stage were bigger than that of male parent. The relationship between the kernel fat content of F_1 embryo stage and parents as follows: the kernel fat content of F_1 embryo stage in corn single hybrids $\times$ inbred strains of high oil corn $=0.60P_1+0.40P_2$; the kernel fat content of F_1 embryo stage in corn single hybrids $\times$ single hybrids of high oil corn $=0.65P_1+0.35P_2$; the kernel fat content of F_1 embryo stage in corn single hybrids $\times$ groups of high oil corn $=0.60P_1+0.40P_2$. ②The effects of male and female parents on the kernel protein content of F_1 embryo stage were more complex. The effects of male and female parents on the kernel protein content of F_1 embryo stage vary with different cross combinations. ③In the effects of male and female parents on the kernel starch contents of F_1 embryo stage, there was the trend that female parent was bigger than male parent.

Key words: Corn; Kernel of F_1 embryo stage; Fat content; Protein content; Starch content

玉米是非常重要的粮食和饲料作物, 在人类社会的经济发展中发挥了重要的作用。玉米子粒的脂肪、蛋白质和淀粉的含量是玉米品质优劣的重要参数。因此, 玉米子粒的脂肪、蛋白质和淀粉含量的遗传

传受到人们的高度重视。随着人类社会经济的发展和水平的提高, 人类对玉米的品质和生产结构提出了新的要求。高油玉米是 20 世纪人工创造的玉米新类型, 其粗脂肪、粗蛋白、必需氨基酸(特别是赖氨酸和色氨酸)和维生素(特别是 V_E)的含量及能量值均高于普通玉米。因此, 是集能量、油料、饲料和经济作物于一身的多元化作物, 发展前景十分可观^[1]。目前, 高油玉米的推广与应用因其产量与适应性受到了很大限制。为使普通玉米尽快向高油玉米的转

收稿日期: 2003-05-18

基金项目: 吉林省科技厅资助项目(20010213)

作者简介: 贾玉峰(1957-), 男, 硕士, 副教授, 主要从事玉米遗传育种研究。Tel: 0431-6986563

E-mail: caiyunzhuiyue23@sohu.cn

化,满足人类对玉米品质和生产结构调整的要求,宋同明等^[2]提出了“TEU”技术。该技术打破传统育种方法,利用杂交种再杂交当代产量的优势效应、雄性不育的增产效应和油分的花粉直感效应生产高油玉米,使普通玉米高油化。本试验的目的是通过吉林省主推普通玉米与高油玉米杂交,对普通玉米与高油玉米杂交当代子粒主要化学成分进行遗传分析,为进一步明确普通玉米与高油玉米杂交当代子粒主要化学成分的遗传规律和“TEU”技术在吉林省的应用提供试验数据和依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

本试验以普通玉米单交种和高油玉米为材料。普通玉米单交种选用吉林省目前推广的和即将推广的不同熟期的单交种 5 个,即:四单 19、军单 8、吉新 203、新铁 10 和农大 3138。高油玉米选用自交系、单交种和群体,即:高油玉米自交系为 220、高油玉米单交种为高油 115 和春油 1 号、高油玉米群体为 9911。

1.2 试验方法

以 5 个普通玉米单交种为母本,分别与 4 个高油玉米为父本进行人工杂交,每个杂交组合杂交 10 穗,同时父母本也分别自交 10 穗,总计 29 个处理。为使不同熟期的材料在杂交时花期相遇,采取错期播种。收获时各处理分别收获,风干后分别脱粒,并对各处理杂交当代子粒和自交子粒的粗脂肪、粗蛋白、粗淀粉含量进行测定。测定时每个处理取 10 穗,每穗取中部子粒 10 粒,按处理充分混合后进行测定。粗蛋白采用国标法(GB2905-82)测定;粗脂肪采用国标法(GB2906-8)测定;粗淀粉采用上海荧光光电技术有限公司生产的 WZZ-2A 型旋光仪盐酸水解法测定。杂交当代子粒的脂肪含量与双亲的关系,采用丛滋金^[3]的方法估算:杂交当代的含油量= $mP_1+(1-m)P_2$,其中 $m=\Sigma(F_1-P_2)(P_1-P_2)/\Sigma(P_1-P_2)^2$, P_1 和 P_2 分别为母本和父本的含油量。

2 结果与分析

2.1 普通玉米杂交种与高油玉米杂交当代子粒的脂肪含量

2.1.1 杂交亲本的脂肪含量 由表 1 可以看出,普通玉米和高油玉米的脂肪平均含量的差异是很大的。用作母本的 5 个普通玉米的脂肪平均含量为 4.13%,其中新铁 10 最高,达 4.77%,四单 19 最低,

仅为 3.84%。供试的 5 个普通玉米单交种的脂肪含量顺序为:新铁 10>农大 3138>吉新 203>军单 8>四单 19。用作父本的高油玉米的脂肪平均含量为 9.34%,其中 220 最高,达 11.39%,春油 1 号最低,为 8.57%。供试的 4 个高油玉米材料的脂肪含量顺序为:220>9911>高油 115>春油 1 号。

表 1 杂交亲本子粒的脂肪、蛋白质和淀粉含量 %

试验材料		脂 肪	蛋 白 质	淀 粉
普通玉米 (母本)	四单 19	3.48	11.38	69.50
	军单 8	3.57	12.66	67.55
	吉新 203	4.31	11.64	69.29
	农大 3138	4.54	11.28	67.74
	新铁 10	4.77	9.53	68.20
	平 均	4.13	11.30	68.46
高油玉米 (父本)	220	11.39	13.24	58.01
	高油 115	8.63	11.28	62.35
	春油 1 号	8.57	10.41	64.45
	9911	8.78	11.42	64.12
	平 均	9.34	11.59	62.30

2.1.2 普通玉米单交种与高油玉米杂交当代子粒的脂肪含量 从表 2 结果看出,5 个作母本的普通玉米单交种分别与 4 个高油玉米杂交当代子粒的脂肪含量的平均值顺序为:新铁 10>农大 3138>吉新 203>四单 19>军单 8,这一结果与 5 个母本自身脂肪含量的高低是一致的,说明母本的脂肪含量高,其后代子粒的脂肪含量也高;从 4 个作父本的高油玉米分别与 5 个普通玉米单交种杂交当代子粒的脂肪含量的平均值来看 220>9911>高油 115>春油 1 号,这一结果与 4 个父本自身的脂肪含量高低是相同的,说明父本的脂肪含量高,其后代子粒的脂肪含量也高。总之,杂交当代子粒的脂肪含量是随着双亲脂肪含量的增高而增高。

表 2 普通玉米单交种与高油玉米杂交当代子粒的脂肪含量 %

普通玉米 (母本)	高油玉米(父本)				平均	位次
	220	高油 115	春油 1 号	9911		
四单 19	7.27	5.25	5.38	5.77	5.92	4
军单 8	6.56	5.68	5.21	5.79	5.81	5
吉新 203	6.55	5.99	5.35	5.82	5.93	3
农大 3138	6.95	5.76	5.25	6.29	6.02	2
新铁 10	7.68	6.64	6.18	6.50	6.75	1
平 均	7.00	5.85	5.47	6.03		
位 次	1	3	4	2		

将杂交当代子粒的脂肪含量与其父、母本的脂肪含量及中亲值进行比较,其结果见表 3。从表 3 可以看出,所有杂交组合杂交当代子粒的脂肪含量均高于其母本、低于其父本,并且所有杂交组合杂交当代子粒的脂肪含量均低于其中亲值。说明玉米子粒

的脂肪含量受母本的影响较大,受父本的影响较小,杂交当代子粒脂肪含量偏向母本。就本试验的结果来看,杂交当代子粒脂肪含量与双亲的关系为:普通玉米单交种与高油玉米自交系杂交当代子粒的脂肪

含量=0.60P₁+0.40P₂;普通玉米单交种与高油玉米单交种杂交当代子粒的脂肪含量=0.65P₁+0.35P₂;普通玉米单交种与高油玉米群体杂交当代子粒的脂肪含量=0.60P₁+0.40P₂。

表 3 杂交当代子粒脂肪、蛋白质和淀粉含量与其父母本及中亲值比较

杂交组合	脂 肪			蛋 白 质			淀 粉		
	与母本比	与父本比	与中亲值比	与母本比	与父本比	与中亲值比	与母本比	与父本比	与中亲值比
四单 19×220	高	低	低	低	低	低	低	高	低
军单 8×220	高	低	低	高	低	低	低	高	高
吉新 203×220	高	低	低	高	低	低	低	高	高
农大 3138×220	高	低	低	低	低	低	低	高	高
新铁 10×220	高	低	低	高	低	高	低	高	低
四单 19×高油 115	高	低	低	高	高	高	低	高	高
军单 8×高油 115	高	低	低	低	高	低	低	高	高
吉新 203×高油 115	高	低	低	低	低	低	低	高	高
农大 3138×高油 115	高	低	低	低	低	低	低	高	高
新铁 10×高油 115	高	低	低	低	低	低	低	高	高
四单 19×春油 1 号	高	低	低	低	低	低	高	高	高
军单 8×春油 1 号	高	低	低	低	高	高	高	高	高
吉新 203×春油 1 号	高	低	低	低	高	高	低	高	低
农大 3138×春油 1 号	高	低	低	低	高	低	低	高	高
新铁 10×春油 1 号	高	低	低	高	高	高	低	高	高
四单 19×9911	高	低	低	低	低	低	低	高	低
军单 8×9911	高	低	低	低	高	低	高	高	高
吉新 203×9911	高	低	低	低	低	低	高	高	高
农大 3138×9911	高	低	低	低	低	低	低	高	高
新铁 10×9911	高	低	低	高	低	高	低	高	低

2.2 普通玉米单交种与高油玉米杂交当代子粒的蛋白质含量

2.2.1 杂交亲本的蛋白质含量 各杂交亲本的蛋白质含量见表 1。从表 1 可以看出,普通玉米和高油玉米蛋白质的平均含量差异不大。5 个普通玉米单交种的蛋白质含量顺序为:军单 8>吉新 203>四单 19>农大 3138>新铁 10;4 个高油玉米的蛋白质含量顺序为:220>9911>高油 115>春油 1 号。

2.2.2 普通玉米单交种与高油玉米杂交当代子粒的蛋白质含量 普通玉米单交种与高油玉米杂交当代子粒的蛋白质含量见表 4。从 5 个作母本的普通玉米单交种分别与 4 个高油玉米杂交当代子粒的蛋白质含量平均值来看,军单 8>四单 19>新铁 10>农大 3138>吉新 203,这一排列顺序与 5 个母本的蛋白质含量的排列顺序不同;从 4 个作父本的高油玉米分别与 5 个普通玉米单交种的杂交当代子粒的蛋白质含量的平均值来看,220>春油 1 号>高油 115>9911,这一排列顺序与 4 个父本的蛋白质含量的排列顺序也不同。将杂交当代子粒的蛋白质含量与其父、母本的蛋白质含量及中亲值进行比较,其结果见表 3。从表 3 看出,绝大多数杂交组合的杂交当代子粒蛋白质含量不仅低于其母本,而且低于其父本,同时也低于其中亲值。在所有杂交组合的杂交当代子粒蛋白

质含量中,有 2 个组合均高于其母本、父本和中亲值,表现出正向超亲优势;有 9 个组合均低于其母本、父本和中亲值,表现出负向超亲优势;有 9 个组合与其母本、父本及其中亲值相比表现不一,但均介于双亲之间,其中有 4 个组合的杂交当代子粒蛋白质含量高于母本,5 个组合高于父本,这说明蛋白质的遗传机理比较复杂。

表 4 普通玉米单交种与高油玉米杂交当代子粒的蛋白质含量 %

普通玉米 (母本)	高油玉米(父本)				平均	位次
	220	高油 115	春油 1 号	9911		
四单 19	11.29	12.26	10.16	11.14	11.21	2
军单 8	12.66	11.56	12.16	11.43	11.95	1
吉新 203	12.23	9.95	11.10	9.35	10.66	5
农大 3138	11.22	10.10	11.10	10.40	10.71	4
新铁 10	12.35	9.41	10.55	10.56	10.72	3
平 均	11.95	10.66	11.01	10.58		
位 次	1	3	2	4		

2.3 普通玉米单交种与高油玉米杂交当代子粒的淀粉含量

2.3.1 杂交亲本的淀粉含量 从表 1 可以看出,普通玉米的淀粉含量均高于高油玉米,说明淀粉含量和脂肪含量之间存在负相关。就作为母本的 5 个普通玉米单交种淀粉含量而言,四单 19>吉新 203>新

铁 10>农大 3138>军单 8;就作为父本的 4 个高油玉米淀粉含量而言,春油 1 号>9911>高油 115>220。

2.3.2 普通玉米单交种与高油玉米杂交当代子粒的淀粉含量 普通玉米单交种与高油玉米杂交当代子粒的淀粉含量见表 5,就 5 个作母本的普通玉米单交种分别与 4 个高油玉米杂交当代子粒的淀粉含量平均值来看,吉新 203>军单 8>四单 19>农大 3138>新铁 10,这一排列顺序与 5 个母本的淀粉含量的排列顺序不同;从 4 个作父本的高油玉米分别与 5 个普通玉米单交种的杂交当代子粒的淀粉含量的平均值来看,春油 1 号>9911>高油 115>220,这一排列顺序与 4 个父本的淀粉含量的排列顺序相同。将杂交当代子粒的淀粉含量与其父、母本的淀粉含量及中亲值进行比较,其结果见表 3。从表 3 可以看出,所有 20 个杂交组合的杂交当代子粒的淀粉含量均高于父本,无负向超亲优势;4 个组合高于母本,表现出正向超亲优势;16 个组合低于母本,其中 11 个组合高于中亲值,5 个组合低于中亲值,说明双亲对杂交当代子粒的淀粉含量的影响有母本大于父本的趋势。

表 5 普通玉米单交种与高油玉米杂交当代子粒的淀粉含量 %

普通玉米 (母本)	高油玉米(父本)				平均	位次
	220	高油 115	春油 1 号	9911		
四单 19	66.21	66.66	69.54	66.41	67.21	3
军单 8	65.53	66.63	68.69	68.25	67.28	2
吉新 203	65.23	68.23	66.47	69.46	67.35	1
农大 3138	65.60	66.66	66.59	66.57	66.36	4
新铁 10	62.98	66.28	66.76	65.70	65.43	5
平均	65.11	66.89	67.61	67.28		
位次	4	3	1	2		

3 讨 论

3.1 双亲对杂交当代子粒的脂肪含量的影响

关于双亲对杂交当代子粒的脂肪含量的影响目前研究的很多^[3-10]。早在 1951 年 Miller 和 Brimhall^[4]研究得出,母本对杂交当代子粒脂肪含量的影响较大,而父本对杂交当代子粒的脂肪含量影响较小。Letchworth 等(1998)^[5]研究发现,子粒脂肪含量有母性效应和花粉效应。季良越等(2002)^[6]研究得出,普通玉米杂交种×高油玉米杂交种的杂交当代的脂肪含量=0.7P₁+0.3P₂,而段民孝等(2002)^[7]研究得出,普通玉米杂交种×高油玉米杂交种的杂交当代的脂肪含量=0.52P₁+0.48P₂,普通玉米杂交种×高油玉米自交系的杂交当代的脂肪含量=0.62P₁+0.38P₂。本试验结果是:杂交当代子粒的脂肪含量受母本的影响较

大,受父本的影响较小,普通玉米杂交种×高油玉米杂交种的杂交当代的脂肪含量=0.65P₁+0.35P₂;普通玉米杂交种×高油玉米自交系的杂交当代的脂肪含量=0.6P₁+0.4P₂;普通玉米杂交种×高油玉米群体的杂交当代的脂肪含量=0.6P₁+0.4P₂。本试验的研究结果与前人的研究结果不完全相同,其原因可能既有材料遗传背景的不同,也可能和试验误差有关。不论是前人的研究结果,还是本试验的结果,总体趋势是一样的,即母本对杂交当代子粒的脂肪含量的影响大于父本,杂交当代子粒的脂肪含量随父、母本脂肪含量的增加而增加。

3.2 双亲对杂交当代子粒的蛋白质和淀粉含量的影响

关于双亲对杂交当代子粒的蛋白质和脂肪含量的影响,目前研究的较少。Letchworth 等(1998)^[5]报道了玉米子粒的蛋白质和淀粉含量的遗传具有很强的母性效应,无花粉效应。本试验的研究结果是:双亲对杂交当代子粒的蛋白质含量的影响无明显趋势,不同的杂交组合,杂交当代子粒的蛋白质含量受双亲的影响表现不一,有的杂交组合有正向超亲优势,有的组合有负向超亲优势,有的组合位于双亲之间。这一结果与前人的研究结果不同,这可能是由于试验材料的不同所致。本试验所用的父、母本之间的蛋白质含量的差异较小,导致对后代的影响表现的不明显。而双亲对杂交当代子粒的淀粉含量的影响有母本大于父本的趋势与前人的研究结果相似。关于普通玉米单交种与高油玉米杂交当代子粒的蛋白质和淀粉含量的遗传规律还有待于进一步研究。

参考文献:

[1] 宋同明,等. 高油玉米前途光明[J]. 玉米科学,1997,5(3):73-77 .

[2] 宋同明,丛滋金. 雄花不育、单交种再杂交、花粉直感与高产优质高油玉米生产[M]. 北京:中国农业科技出版社,1998. 216-228 .

[3] 丛滋金. 杂交当代玉米油分基因的遗传效应研究[D]. 中国农业大学硕士学位论文,1996 .

[4] Miller P A, Brimball B. Factors influencing the oil and protein content of grain[J]. Agron. J., 1951, 43: 306-311.

[5] Letchworth M B, Lambert R J. Pollen parent effects on oil, protein, and starch concentration in maize kernels[J]. Crop Sci., 1998, 38: 363-367.

[6] 季良越,等. 玉米雄性不育单交种再杂交当代杂种优势效应研究[J]. 中国农业科学,2002,35(3):250-255 .

[7] 段民孝,等. 高油玉米油分基因花粉直感效应的研究[J]. 作物学报,2002,28(2):208-214 .

[8] 宋同明,等. 玉米含油量基因对高油与低油玉米互交当代子粒的遗传效应[J]. 北京农业大学学报,1991,17(1):15-22 .

[9] Curtis J J, et al. Effect of pollen parent on oil content of the corn kernel[J]. Agron., 1956, 48: 551-555 .

[10] Lambert R J, et al. A high oil pollination enhancement of kernel oil and effects on grain yields of maize hybrids[J]. Agro. J., 1998, 90: 211-215.