

玉米优良种质的筛选和利用

刘兴貳 檀国庆 吴凤新

(吉林省农科院玉米研究所,公主岭 136100)

Selection and Using of Good Maize Germplasm

Liu Xinger Tan Guoqing Wu Fengxin

(Maize Institute, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Gongzhuling 136100)

Abstract: This report discussed about evaluation, selection, improvement and utilization of good Maize germplasm. Focusing on maize germplasm screen and selection, classification and grouping, maize germplasm improvement progress and results of selection inbred - lines from the improved populations were analyzed. Maize population improvement riched good maize germplasm. Some high combining - ability inbred - lines and new good hybrids have been bred. It is a big achievement for maize breeding and production.

Key words: Maize, Inbred - line, Combining - ability, Germplasm.

摘要 本文总结和概述了本所在玉米优良基础材料的鉴定、筛选、改良和选系利用方面的效果。着重从种质鉴定筛选、分类组群、种质导入的方式方法、遗传改良的进展进行了分析,对选系利用进行了总结。群体改良工作为育种提供了比较丰富的遗传基础。利用改良群体育成一批优良自交系和新品种,取得了显著成果。

关键词 玉米 自交系 配合力 种质

玉米种质基础素材的研究、创育和改良是提高玉米品种水平,增加玉米育种后劲的基础。高质量的玉米基础素材是培育优良高配合力自交系的先决条件。玉米自交系的选育是玉米育种的中心环节。要想育出高配合力的玉米自交系必须加强玉米基础材料的研究、筛选、创新、改良工作。自70年代以来,我们根据玉米生产发展的需要,开展了玉米群体创新改良,以期拓宽玉米种质基础,为玉米自交系选育提供良好的育种素材,以解决我国玉米育种种质基础狭窄、玉米杂交种遗传脆弱的问题。现就我们对玉米优良种质的筛选、分类组群、创新改良和选系利用进展进行总结。

1 按玉米自交系的配合力分群、组群和改良

1.1 吉综 A、B 两综合种的基础材料选择和组建

70年代初我们分析了当时比较流行的“按玉米子粒性状”和“按产量性状”等方式选材组群的利弊,认为对玉米配合力的杂种优势利用方面考虑不周,而配合力是玉米杂交品种得以应

用的关键,为此,选定按玉米自交系的配合力选择材料分群组建玉米群体^[1]。根据当时吉林省玉米生产和发展需要,用已培育出多个玉米优良自交系和杂交种的两个玉米地方品种“英粒子”和“铁岭黄马牙”为测验种(两群体间存在较高的配合力),对 93 份玉米自交系进行配合力测定,根据测交种产量试验结果,与“铁岭黄马牙”配合力高的划分为 A 群,选择 20 份自交系,先配成单交种,双交种,用等量种子通过隔离区自由授粉两年,合成玉米综合种吉综 ACo。与“英粒子”配合力高的划分为 B 群,也选择了 20 份自交系,用同样方法合成吉综 BCo。

1.2 吉综 A 和 B 群体改良进展

1980 年按 Comstock(1949)提出的半同胞相互轮回选择方法,开始进行吉综 A、B 两群体的相互轮回改良^[2~3],并在 C₃ 轮以后每轮选择时结合 S₁ 穗行鉴定法,加强了对农艺性状的选择,即在测交产比的同时,设 S₁ 自交系鉴定圃,对株高、穗位、抗倒性和接种条件下的玉米叶斑病的抗性选择。通过配合力和农艺性状两方面的综合评定,选 10% 优良配合力的系混合授粉重组下一轮群体,这不仅使群体配合力得以提高,而且群体的综合农艺性状也进行了改良,两年 3 个生长季完成一个轮回,经过 C₇ 轮选择。在 C₅ 轮时对群体改良效果进行了评价,两群体及群体间杂交组合平均产量均随选择轮数的增加而显著增加(表 1)。改良后群体的适应性、抗旱性、耐低温、幼苗早发性很突出,茎秆直立性、保绿度、抗病性等都有很大改进。

1.3 选系利用

吉综 A 和吉综 B 两群体分别在 Co 和 C₃ 时提供给自交系选育作基础素材,另外,在群体改良过程中各轮入选的高配合力穗系也进行着加代选系。Co 群体育成吉 824、826、827 和吉 833 等自交系(表 5),C₃ 群体育成吉 925、吉 928,二者与 340 杂交组合的产量都在 12 000 kg/hm² 以上,超过对照掖单 13 (478 ×

表 1 吉综 A、B 两群体及群体间杂交组合产量增益结果

群 体	产量(t/hm ²)		每轮平均产量增益	
	Co	→ C ₅	(t/hm ²)	(%)
吉综 A	6.04	→ 7.54	0.29	4.6
吉综 B	6.84	→ 7.83	0.16	2.4
吉综 A × 吉综 B	6.64	→ 7.97	0.37	5.9
	(C ₄ × C ₄)			

340) 15% 以上。说明吉 925、吉 928 的配合力可以和 478 相比。C₄、C₅、C₆ 轮群体选系比前几轮选系表现综合农艺性状明显改进,其配合力测定正在试验中。关于选系利用效果,吉综 A、B 两群体虽然经过数轮改良配合力有很大提高,但耐密性、抗病性、抗倒性与今天的生产要求尚有差距。要想取得更好的效果,必须从育种应用出发,随着生产的发展不断加入新种质,以满足育种和生产发展的需要。

2 建立玉米长期基因库“吉林库 - I”

2.1 基础素材选择和综合种创建

为了取得长远持久的育种进程,建立了玉米长期基因库“吉林库 - I”。1981 年从云、贵、川、桂、晋五省区引进 94 份地方品种进行初步观察鉴定,研究在我省生态条件下的适应性、丰产性、抗病性方面的表现,以期获得新优良基因型。通过鉴定入选 14 份,于 1982 年用“铁岭黄马牙”作测验种配成测交杂种,同时也对 50 份当地品种进行观察鉴定,入选 16 份。于 1983 年配成测交杂种准备进行配合力测定。1984 年分别在长春、公主岭、钱家店三点进行联合产比试验及综合性状鉴定。1985 年在上年工作基础上,30 份测交杂种和其亲本及对照,在公主岭、钱家店、长春和白城 4 点对产量、抗逆性和主要农艺性状进行联合鉴定,选用 21 份丰产性、抗病性好,农艺性状比较优良的材料(表 2),再加上从泰国引入的优良品种索湾 1 号,共 22 个品种作为创建吉林省玉米长期基因库的优良基础材料。参组的材料自身具有较高的产量和一般

配合力,确保了基因库的高起点。多数材料具有良好的抗病性和丰富的遗传变异性,当地品种和综合种具有良好的适应性和稳产性,这为后来的群体改良提供了丰富的遗传基础。1986 年在隔离区内以这 21 份材料为母本,其等量混合种子为父本,父母本行比为 1:4,母本去雄,选株选穗收获,每个品种选收 20 个果穗,单穗脱粒,1986 年冬海南以索湾 1 号为母本,入选果穗的等量混合种子为父本杂交,实现了 22 个玉米种质和初步重组。

表 2 组成“吉林库 - I”的种质及测交种产量结果 单位(kg/hm²)

产比时间	品 种	平均产量	CK1%	CK2%	测交平均 产 量	CK1%	CK2%
1984 年	桐梓花兰金				7 200	95.0	156.6
	崇左本地黄				7 118	93.3	154.8
	朱家山二黄				6 953	91.7	151.2
	大 屁 股				6 923	91.3	150.6
	昭通大黄包谷				6 833	90.1	148.6
	金 黄 籽				6 525	89.3	121.7
	惠水二黄早				6 510	86.2	117.6
	吉单 101(CK1)				7 583	100	164.9
	铁岭黄马牙(CK2)				4 598	60.6	100
	哲 B81-1	7 365	99.4	144.4	8 490	105.5	147.8
1985 年	长穗大粒	7 275	98.2	142.3	8 078	100.4	140.7
	中 综 2	8 145	109.9	159.7	8 070	100.3	140.5
	中综 AC ₂	7 418	100.1	145.4	7 673	95.3	133.6
	瘪粒深	5 888	79.5	115.4	7 613	94.6	132.5
	安 综 32	7 358	99.3	144.4	7 988	99.3	139.0
	忻 综 5	7 365	99.4	144.4	6 953	86.4	121.0
	忻 铁 11	7 583	102.3	148.7	8 003	99.4	139.3
	铁 综 3	8 963	121.0	175.7	7 838	97.4	136.4
	铁 综 2	6 728	90.8	131.9	7 868	97.8	136.9
	哲 B77A	7 710	104.0	151.2	7 133	88.6	124.2
	PAGSX333	7 568	102.1	148.4	7 725	96.0	134.5
	109 黄马牙	6 870	92.7	134.7	6 908	85.8	120.2
	SOUR CROP	6 773	91.4	132.8	7 028	87.3	122.3
	吉单 101(CK1)	7 410	100	145.2	8 048	100	140.1
	铁岭黄马牙(CK2)	5 100	68.8	100	5 745	74.1	100

2.2 “吉林库 - I”的改良

用半胞轮回选择法(改穗行法)进行群体改良^[4],已进行到 C₅ 轮选择。每轮选择在试验区内设穗行鉴定圃,隔离区内穗行为母本,其等量混合种子为父本,按 4:1 的比例种植,母本去雄授粉作为繁种圃,根据鉴定圃和隔离区内的穗系综合表现选择穗行,选择压力为 20%,每轮入选 50~60 个穗行,每入选穗行选收 5 个果穗,即 250~300 个穗,供下一轮选择的基础材料。经过几轮改良群体的适应性增强了,抗主要病害、穗长性状突出。C₃ 轮调查入选穗平均穗长 22 cm,一行粒数在 46 粒以上的占 88%,81%的果穗粒行数为 14~18 行。群体的保绿度好,但植株偏高抗倒性尚需改进,第三轮开始加强植株茎秆质量选择,加入高配合力的抗倒系作母本,以提高群体综合抗性。

“吉林库 - I”作为资源库,将用于自交系选育及育种的中间素材。

3 热带、亚热带玉米种质的利用

3.1 热带、亚热带玉米种质导入

80年代以来我国玉米育种一直处于徘徊状态,其主要原因在于种质资源缺乏,难以选出新的骨干自交系,因而缺少突破性的玉米新品种。热带、亚热带玉米资源中蕴藏着丰富的优良遗传类型。主要是品质好、抗病、抗倒、保绿成熟诸性状,导入和改良这些种质能在不太长的时间内丰富和拓宽玉米种质的遗传基础。自1983年开始我们注重对热带、亚热带玉米种质的引入、鉴定和利用,先后对近100份材料进行了鉴定^[8],并尽量搜集其背景信息,选择利用了部分墨西哥品种、改良群体和基因库及其它低纬度地区的玉米种质,利用海南育种基地的优越条件,与温带的骨干自交系进行杂交,把热带、亚热带玉米种质导入到当地材料中,采用单交(温×热)、三交(温×热)×温、回交(温²×热)三种杂交导入方式,一般外来种质占1/4的比例,既能保留热带、亚热带种质的特殊优良性状,又符合育种目标要求,经过3~4个生长季的混合选择,取得导入的较好效果。

3.2 选系利用

先后有30余个热导群体用到自交系的选育上,在抗病、抗倒和保绿成熟上有所收获,得到一批性状优良、遗传稳定、配合力高的新自交系,如吉1037、8501、8504、8506等。杂交育成吉单507、吉单342和吉单4011等优良品种,分别参加省级区试和所内高级试验(表5)。总的看来对热带、亚热带玉米种质只要选材准确,导入和改良方法得当,定能取得好的效果。这是目前拓宽玉米遗传基础的最有效途径之一。

4 按玉米自交系的亲缘关系组建近缘小群体

4.1 基础材料选择和组配

吉63、Mo17和黄早4是吉林省玉米生产和育种上应用最广泛的3个骨干玉米自交系,并且彼此间是强优势的杂交模式类型的代表系^[5-7]。为此,选用这3个自交系为核心,以其改良系和近缘高配合力自交系为主,分别组建了吉63群、Mo17群和黄早4群(表3)。这样组成的群体不但血缘相对保持独立,彼此间也保持高的配合力。通过连续几代的选择改良,进一步提高了群体的优良基因频率,确保基础材料选系后代集高的配合力和优良农艺性状。

表3 组成吉63群、Mo17群和黄早4群的基础材料和方法

群 体	材 料				方 法
吉 63 群	吉 63	吉 818	吉 817		1986 年采用一母多父混合花粉杂交方法配成复交种, 1987~1998 两年隔离区内混合授粉, 选 200~250 穗混合脱粒, 1990 年供选系应用。
	吉 823	铁 84	70-104		
Mo17 群	Mo17	吉 842	吉 846	JL010	1988 年配单交、复交组合 8 个, 1989~1991 年每年种 250 株, 混合授粉 3 次, 1992 年供选系应用。
		JL012	JL014 等		
黄早 4 群	吉 853	吉 856	黄改 102	新黄 4	1987 年配单交组合 8 个, 1988~1990 年每年种 200~250 株, 混合授粉 3 次, 1991 个供选系应用。
	黄改 117	黄改 107	丹黄 03		

4.2 选系应用

吉63群穗粗、多行、粒深、品质好、熟期早,当地亲缘多适应性好,是非常好的中熟玉米自交系选育的基础材料。育成吉1912、吉1913两个熟期早、品质优良、综合农艺性好,抗病抗倒的高配合力系,其与Mo17组合产量均超10000 kg/hm²以上。

Mo17群穗长性状突出,综合抗性好。育出S₄代自交系8个,主要特点是穗长性突出,植

株比较清秀,抗病抗倒,即将进行配合力测定。

黄早 4 群株型收敛、秆强抗性好、果穗中匀、双穗率高(63%)、品质好、熟期早,是典型的耐密植类型的基础材料。育成吉系 109、吉系 110 两个熟期早、品质优良、株型收敛、秆强抗倒性好、双穗率高、综合农艺性好的高配合力系,与 Mo17、吉 921、330 组合均表现高的配合力,产量均超 11 000 kg/hm² 以上。

实践说明:利用改良的近缘系小群体选系,育种目标明确,优良性状突出。

5 按农艺性状筛选和组建玉米群体

5.1 按基础材料性状分类选择组配综合种

玉米的农艺性状是区分不同类型的玉米种质的最主要指标,并且杂种优势类群之间具有一定差异。基于此,在以高配合力和参考种优势模式为前提,以突出的农艺性状为主线组配玉米群体,有利于育种目标性状的选育。通过对 120 余份玉米自交系的鉴定分析,选一般配合力高、综合抗性好、穗长性状突出的 8 个玉米自交系,先配成单交、双交,再通过隔离区自由授粉 2 次,合成长穗群体吉综 C;同样选穗粗性状突出的 8 个玉米自交系合成粗穗玉米群体吉综 D;选综合抗病性(主要是玉米大斑、茎腐和丝黑穗病)突出的 10 个玉米自交系,合成抗病玉米群体吉综 E。对吉综 C,以穗长性状为主兼顾综合抗性,完成了两轮混合选择。对吉综 D 以穗粗为主兼顾综合抗性,也完成了两轮混合选择(表 4)。

表 4 经过几轮改良的群体农艺性状

群体名称	株高 (cm)	穗位 (cm)	穗长 (cm)	粒行 数	行粒 数	千粒重 (g)	单穗粒 重(g)	播种~ 抽丝(d)	生育期 (d)	大斑 (级)	茎腐 (%)	丝黑穗 (%)
吉综 C	270	85	24.0	16.2	46	319	230	86	140	0.5	2.0	0
吉综 D	260	100	19.0	20.2	41	283	232	84	140	0.5	2.5	0
吉综 E	260	90	22.5	18.8	45	334	260	87	143	0.5	0	0
吉 63 群	250	80	20.0	17.2	39	317	210	80	138	0.5	3.3	0
Mo17 群	265	84	23.5	14.6	45	330	240	82	140	0.5	0	0
黄早 4 群	250	90	16.0	17.6	40	285	210	84	133	0.5	0	1.2

5.2 选系应用

1987 年吉综 C 群作选系的基础材料参加选系,育出吉 1008~1013 自交系 6 个,主要特点是穗长性状突出,一般穗长 18~22 cm,植株比较清秀,抗病、抗倒。经配合力测定,吉 1008、吉 1010、吉 1011 三系配合力高。

1987 年吉综 D 群作为选系的基础材料参加选系,育出吉 1014~1018 自交系 5 个,主要特点是穗粗性状突出,一般粒行数 16~20 行,植株为半收敛型,抗病、抗倒。经配合力测定,吉 1014、吉 1016 两系配合力好。

6 外引玉米综合群体的筛选及利用

6.1 筛选

对引入的玉米群体材料以其遗传构成及连续 2 年以上鉴定筛选,再根据当地的玉米育种目标需要,对适应性、丰产性及综合抗性佳的材料直接选择选用,对具有特殊优良性状的材料作为育种的中间基础素材应用。已被利用的玉米群体有:中综 2、中综 3、忻综 5、忻综 10、长穗

大粒、P6 和 Lancaster 等。

6.2 选系利用

筛选出的部分优良综合种直接用作自交系选育的基础材料。由忻综 10 育成吉 921、中综 2 育成 930 两个配合力突出的玉米自交系,组配成吉单 321、吉单 325、吉单 406 和吉单 508 四个优良杂交种(表 5)。吉单 321 所内两年 7 点产量试验平均产量 10 276 kg/hm²,1994 ~ 1996 年在省区试中名列榜首,1997 年通过吉林省品种审定。吉单 325、吉单 406 和吉单 508 在省区域试验中熟组中均表现优良,多点平均产量在 9 000 kg/hm² 以上。

外引综合种选系利用,丰富和拓宽了育种的基础素材,取得明显成果,培育出一批优良玉米自交系和品种。

表 5 群体选系和育成的玉米品种

群 体	育成的自交系	育成的品种	试验级别
吉综 ACO	吉 834 ~ 840		
吉综 BCO	吉 824 ~ 833	吉单 160	省级区试
忻综 10	吉 920 ~ 924	吉单 321、吉单 406、吉单 508	审定品种、省级区试
中综 2	吉 918,919,930	吉单 325、吉试 5702	省级区试、所多点试验
长穗大粒	吉 914,915		
忻综 5	吉 916,917,929		
吉综 AC3	吉 925,926,928,971,972,973		
吉综 BC3	吉 974 ~ 978		
美混	吉 979 ~ 983		
吉 63 群	吉 1912 ~ 1914	吉试 5708	所多点试验
Mol7 群	S ₄ (8 个)待配合力测定		
黄早 4 群	吉系 108 ~ 110	吉单 508、吉试 5706	省级区试、所多点试验
吉综 C	吉 1008 ~ 1013		
吉综 D	吉 1014 ~ 1018		
热导群体	吉 1036 ~ 1039	吉单 507、吉单 342	省级区试、所多点试验
热导群体	吉系 1041 ~ 1043	吉试 5709、吉试 5713	所多点试验
热导群体	吉 8501 ~ 8506	吉单 4001、吉单 4011	省级区试

7 小结与讨论

玉米育种素材的筛选和利用必须以高配合力为核心,以血缘关系和杂种优势类群为主线,以良好的抗性和优良的农艺性状为基础,与适当的组配和改良方法相结合,使育种材料有高起点和高的利用价值。实践证明,按玉米配合力分群、组群和改良是成功的方法。近缘系小群体,是选系育种成功率最高的。利用外引群体选系是丰富和提高育种材料和水平的最有效途径之一。

加强热带、亚热带低纬度地区种质的引入和研究利用,是拓宽遗传基础、丰富遗传资源的一个重要方面。使玉米育种工作尽快走出低谷,育出一批优良自交系和品种用于生产。

玉米优良种质的筛选是为育种和生产提供适用的种质。资源的深入研究整理、筛选、开发利用,能进一步挖掘遗传潜力,不断育出新品种,加快品种更新。根据种质资源的特点,以不同的形式组建群体,开展改良利用,更能保持和发挥其遗传优势和特点,丰富育种素材,使育种目标更具针对性,缩短育种所限。

(下转第 28 页)

(上接第 6 页)

参 考 文 献

- 1 王树春,王义.玉米自交系种质资源按配合力分群组群及其选育效果.吉林农业科学,1980,(4):4~8
- 2 郭文辉.玉米两个综合种三轮选择及其进展的研究.吉林农业科学,1989,(2):1~5
- 3 檀国庆,刘兴斌,等.JZA 和 JZB 群体半同胞相互轮回选择的直接和相关选择进展.玉米科学,1993,(4):19~22
- 4 A.R.Hallaver 讲,中国农业科学院作物栽培研究所编.玉米轮回选择的理论与实践.北京:农业出版社,1989,11
- 5 吴景锋.我国主要玉米杂交种种质基础评述.中国农业科学,1983,(2):1~8
- 6 曾三省.中国玉米杂交种的种质基础.中国农业科学,1990,23(4):1~9
- 7 王懿波.玉米主要种质遗传类群划分与利用.华北农学报,1991,6(增刊)
- 8 董海合,冯芬芬.玉米热带种质导入育种素材研究简报.玉米科学,1992,他刊号

(责任编辑:王晓丽)