



王俊强,孙善文,韩业辉,等. 20 份美国中熟玉米杂交种选系及配合力分析[J]. 黑龙江农业科学,2019(8):4-8.

20 份美国中熟玉米杂交种选系及配合力分析

王俊强¹,孙善文¹,韩业辉¹,于运凯¹,许 健¹,周 超¹,丁昕颖²,陈青利³

(1. 黑龙江省农业科学院 齐齐哈尔分院,黑龙江 齐齐哈尔 161005;2. 黑龙江畜牧研究所,黑龙江 齐齐哈尔 161006;3. 黑龙江省齐山种业有限公司,黑龙江 碾子山 161005)

摘要:为拓宽玉米种质遗传基础,黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院采用 20 份美国玉米种质选育的 48 份中晚熟优良玉米自交系为试验材料,以 NSS 群自交系 N8942,SS 群自交系 N79232 为测验种,采用 NC II 遗传交配设计组配 96 份杂交组合,进行单株产量一般配合力及特殊配合力分析。结果表明:48 份优良自交系的一般配合力(P_1) $F=0.9306$,差异不显著($P=0.5968$);特殊配合力($P_1 \times P_2$)间的 $F=2.8248$,差异极显著($P=0.0001$),NMX02-5212 和 NMX11-3321 的一般配合力和特殊配合力都较高。48 份自交系中,偏向于 NSS 群的共计 29 份,包括 NMX02-212、NMX02-2231、NMX03-124 等;偏向于 SS 群的共计 19 份,包括 NMX02-5212、NMX02-6233、NMX04-23211 等。96 份杂交组合的小区产量平均对照优势为正值的有 27 份,占全部组合数的 28.13%,较对照优势表现突出的组合为 NMX11-3321 \times N8942、NMX18-122 \times N8942 和 NMX11-1111 \times N79232,小区产量均超过对照 5% 以上,最高 6.21%,NMX11-3321、NMX18-122、NMX11-1111 这 3 份自交系育种潜力较大。

关键词:玉米;美国种质;中熟;配合力;杂种优势群

玉米是我国第一大作物,无论是作为粮食作物还是经济作物亦或是饲料作物,都具有不可替代的作用^[1],引进和利用外引优异种质资源是拓宽种质遗传基础,提高育种效率的重要途径^[2]。20 世纪 80 年代中后期至 90 年代初期我国生产上主推玉米品种的骨干亲本大多来自美国,其中最为著名的自交系为 Mo17^[3]。进入 21 世纪以来,我国引进美国孟山都和先锋公司的玉米品种后,各个育种单位利用美国玉米种质资源选育出大量优质玉米品种。适宜黑龙江省第一、二积温带种植的玉米品种从 20 世纪 80、90 年代塘四平头 \times 兰卡斯特、塘四平头 \times 瑞德等育种模式逐步转变为瑞德 \times 兰卡斯特。李海明等^[4]指出,美国和国际农业研究磋商组织(CGIAR,简称 CG)种质的利用与中国玉米单产水平呈极显著正相关。与国内种质资源相比,美国种质的遗传贡献每提高 1%,中国玉米的平均单产潜力增加 $10 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$;CG 种质的遗传贡献每提高 1%,中国玉米的平均单产潜力将增加 $2510 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。因此引用美国优质玉米种质资源对改良国内玉米种质有着至关重要的作用。

本试验以黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院

利用 20 份美国玉米种质选育出 48 份生育期 122~125 d 的优良玉米自交系为材料,与隶属于 NSS 群 N8942,SS 群 N79232 为测验种,采用 NC II 遗传交配设计组配杂交组合,分析产量的一般特殊配合力效应,初步划分杂种优势类群,并进行杂种优势分析。

1 材料与方法

1.1 材料

黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院 2011 年引进 20 份美国玉米种质,通过系谱法在齐齐哈尔和三亚试验基地连续自交选育 7 代,选育出优良自交系 300 多份,其中选择抗病性、抗逆性、脱水速率快、生育期 122~125 d 的优良玉米自交系为材料,以隶属于 NSS 群 N8942,SS 群 N79232 为测验种。对照品种选择先玉 696,先玉 696 是铁岭先锋种子研究有限公司以 PH6WC 为母本,PHB1M 为父本选育而成的晚熟玉米品种,于 2006 年通过农业部国家农作物品种审定委员会审定,审定编号为国审玉 2006025。

1.2 方法

1.2.1 组配杂交种及杂交种田间鉴定 2017 年在海南省三亚市黑龙江省南繁指挥部试验基地,以 48 份美国杂交种二环系为被测系,以自主自交系 N8942、N79232 为测验种,采用 NC II 遗传交配设计组配 96 份杂交组合。2018 年在黑龙江省

收稿日期:2019-02-20

第一作者简介:王俊强(1981-),男,硕士,副研究员,从事玉米遗传育种研究。E-mail:august-wjq@163.com。

农业科学院齐齐哈尔分院科研试验基地,采取随机区组设计,以先玉 696 为对照,0.65 m 行距,6 m 行长,3 行区,3 次重复,种植密度 6 万株·hm⁻²。成熟后收获小区中间行去掉两边 3 株,连续收获 10 个果穗,果穗风干后,LDS-1H 谷物水分测定仪测量籽粒含水量,折合成 14% 含水量的小区产量。

1.2.2 数据分析 利用 DPS7.05 统计软件对小区产量数据进行方差分析,分析自交系的一般配合力和特殊配合力;在测验种固定的情况下根据特殊配合力效应值高低划分杂种优势群^[5];以小区为单位计算群体产量的对照优势, $H(\%) = (X - H1)/H1 \times 100$;其中, X 为测交组合群体产量平均值; $H1$ 为对照杂交种群体产量平均值^[6]。

2 结果与分析

2.1 美国杂交种二环系一般配合力和特殊配合力效应分析

从表 1 可以看出,各个组合间的 $F=2.795\ 2$,差异极显著($P=0.000\ 1$);一般配合力(P_1) $F=0.930\ 6$,差异不显著($P=0.596\ 8$);特殊配合力($P_1 \times P_2$)间的 $F=2.824\ 8$,差异极显著($P=0.000\ 1$)。从表 2 可以看出,NMX02-5212、NMX06-1211、NMX11-3321 的一般配合力较高, P_2 值分别为 6.84、6.63、7.44;NMX02-5212、NMX04-1111、NMX06-1211、NMX09-3112、NMX11-1111、NMX11-3321、NMX14-3121、

NMX18-122 的特殊配合力较高, $P_{2,1}$ 或 $P_{2,2}$ 值分别为 9.17、7.25、7.00、7.25、10.24、10.61、7.15、10.26。由此看出 NMX02-5212 和 NMX11-3321 的一般配合力和特殊配合力都较高。

2.2 杂种优势群划分

根据 48 份玉米二环系与 NSS 群自交系 N8942、SS 群自交系 N79232 间的一般配合力和特殊配合力相对效应值,对 48 份材料进行类群划分(表 2)。在测验种固定的情况下, $P_{2,1}$ 与 $P_{2,2}$ 之间比较,数值小的偏向于 NSS,数值较大的偏向于 SS。结果表明,48 份材料中,偏向于 NSS 群的共计 29 份,包括 NMX02-212、NMX02-2231、NMX03-124、NMX04-1111、NMX04-12421、NMX04-3322、NMX04-5442、NMX04-652、NMX05-422、NMX06-1211、NMX06-2231、NMX06-451、NMX06-6212、NMX08-1222、NMX08-2312、NMX08-32111、NMX08-512、NMX09-3112、NMX10-1221、NMX11-1111、NMX11-1312、NMX13-1212、NMX14-2221、NMX14-421、NMX15-4111、NMX17-52、NMX18-232、NMX18-5111、NMX18-6221;偏向于 SS 群的共计 19 份,包括 NMX02-5212、NMX02-6233、NMX04-23211、NMX04-4431、NMX05-421、NMX06-434、NMX10-31212、NMX11-3321、NMX11-4112、NMX14-3121、NMX14-6312、NMX16-311、NMX16-4331、NMX17-1211、NMX17-2111、NMX18-122、NMX18-1421、NMX18-431、NMX20-3322。

表 1 不完全双列杂交的 96 个组合小区产量方差分析

Table 1 Analysis on plots yield variance of 96 combined on incomplete double-column hybridization					
变异来源 Source of variation	自由度 df	平方和 Sum of squares	均方 Mean square	F	P
区组	2	1.9152	0.9576	1.4756	0.2312
组合	95	172.3209	1.8139	2.7952	0.0001
P_1	47	80.1815	1.7060	0.9306	0.5968
P_2	1	5.9829	5.9829	3.2638	0.0772
$P_1 \times P_2$	47	86.1565	1.8331	2.8248	0.0001
误差	190	123.2985	0.6489		
合计	287	297.5345			

2.3 小区产量的对照优势分析

96 份杂交组合的小区产量平均对照优势为正值有 27 份(表 3),占全部组合数的 28.13%,其中 N8942 组配的有 11 份占全部组合的 11.46%,N79232 组配的有 16 份占全部组合的 16.67%。

对照优势表现突出的组合为 NMX11-3321 \times N8942、NMX18-122 \times N8942 和 NMX11-1111 \times N79232。小区产量均超过对照 5% 以上,最高 6.21%。

表 2 美国杂交种二环系及测验种小区产量一般配合力(GCA)和特殊配合力(SCA)相对效应值
Table 2 Relative effect values of GCA and SCA of US hybrid bicyclic line and test species yield

编号 No.	品系 Line	P ₁	P _{2,1}	P _{2,2}	P ₂	编号 No.	品系 Line	P ₁	P _{2,1}	P _{2,2}	P ₂
1	NMX02-212	P _{1,1}	−4.05	7.25	1.60	26	NMX10-31212	P _{1,26}	4.94	−3.95	0.49
2	NMX02-2231	P _{1,2}	−5.02	7.50	1.24	27	NMX11-1111	P _{1,27}	−2.68	10.24	3.78
3	NMX02-5212	P _{1,3}	9.17	4.51	6.84	28	NMX11-1312	P _{1,28}	−13.85	−0.71	−7.28
4	NMX02-6233	P _{1,4}	4.41	4.26	4.34	29	NMX11-3321	P _{1,29}	10.61	4.26	7.44
5	NMX03-124	P _{1,5}	−4.62	0.78	−1.92	30	NMX11-4112	P _{1,30}	4.89	0.53	2.71
6	NMX04-1111	P _{1,6}	−1.38	7.25	2.93	31	NMX13-1212	P _{1,31}	−9.17	1.53	−3.82
7	NMX04-12421	P _{1,7}	−4.05	6.75	1.35	32	NMX14-2221	P _{1,32}	0.33	0.53	0.43
8	NMX04-23211	P _{1,8}	1.23	−4.45	−1.61	33	NMX14-3121	P _{1,33}	7.15	0.53	3.84
9	NMX04-3322	P _{1,9}	−5.37	7.00	0.82	34	NMX14-421	P _{1,34}	−5.17	−3.70	−4.43
10	NMX04-4431	P _{1,10}	1.63	−0.46	0.58	35	NMX14-6312	P _{1,35}	−8.15	−9.92	−9.04
11	NMX04-5442	P _{1,11}	−4.07	2.52	−0.77	36	NMX15-4111	P _{1,36}	−0.84	−0.21	−0.53
12	NMX04-652	P _{1,12}	3.69	6.26	4.97	37	NMX16-311	P _{1,37}	2.40	−6.68	−2.14
13	NMX05-421	P _{1,13}	6.35	0.78	3.57	38	NMX16-4331	P _{1,38}	1.75	−0.96	0.39
14	NMX05-422	P _{1,14}	−0.64	3.52	1.44	39	NMX17-1211	P _{1,39}	−1.01	−4.94	−2.98
15	NMX06-1211	P _{1,15}	6.26	7.00	6.63	40	NMX17-2111	P _{1,40}	4.14	−11.16	−3.51
16	NMX06-2231	P _{1,16}	−3.45	5.01	0.78	41	NMX17-52	P _{1,41}	−2.75	1.28	−0.74
17	NMX06-434	P _{1,17}	−2.90	−10.42	−6.66	42	NMX18-122	P _{1,42}	10.26	−2.45	3.90
18	NMX06-451	P _{1,18}	−17.96	2.77	−7.59	43	NMX18-1421	P _{1,43}	−3.62	−12.16	−7.89
19	NMX06-6212	P _{1,19}	−4.12	1.03	−1.55	44	NMX18-232	P _{1,44}	−9.32	−0.96	−5.14
20	NMX08-1222	P _{1,20}	0.81	5.01	2.91	45	NMX18-431	P _{1,45}	4.44	−1.21	1.61
21	NMX08-2312	P _{1,21}	−7.98	4.26	−1.86	46	NMX18-5111	P _{1,46}	−2.78	3.27	0.25
22	NMX08-32111	P _{1,22}	−8.35	−0.71	−4.53	47	NMX18-6221	P _{1,47}	0.58	5.26	2.92
23	NMX08-512	P _{1,23}	3.52	6.75	5.14	48	NMX20-3322	P _{1,48}	5.23	−1.96	1.64
24	NMX09-3112	P _{1,24}	−10.49	7.25	−1.62			P ₁	−1.08	1.08	
25	NMX10-1221	P _{1,25}	−1.63	3.77	1.07						

表 3 杂交组合的对照优势
Table 3 Control advantage of hybrid combinatio

序号 No.	杂交组合 Hybrid combination	对照优势 Control heterlsis	序号 No.	杂交组合 Hybrid combination	对照优势 Control heterlsis
1	NMX02-212×N8942	−7.88	49	NMX02-212×N79232	2.92
2	NMX02-2231×N8942	−8.82	50	NMX02-2231×N79232	3.11
3	NMX02-5212×N8942	4.79	51	NMX02-5212×N79232	0.25
4	NMX02-6233×N8942	0.23	52	NMX02-6233×N79232	−0.01
5	NMX03-124×N8942	−8.44	53	NMX03-124×N79232	−3.27
6	NMX04-1111×N8942	−5.32	54	NMX04-1111×N79232	3.02
7	NMX04-12421×N8942	−7.89	55	NMX04-12421×N79232	2.41
8	NMX04-23211×N8942	−2.81	56	NMX04-23211×N79232	−8.36

续表 3

序号 No.	杂交组合 Hybrid combination	对照优势 Control heterlsis	序号 No.	杂交组合 Hybrid combination	对照优势 Control heterlsis
9	NMX04-3322×N8942	−9.15	57	NMX04-3322×N79232	2.55
10	NMX04-4431×N8942	−2.43	58	NMX04-4431×N79232	−4.19
11	NMX04-5442×N8942	−7.90	59	NMX04-5442×N79232	−1.65
12	NMX04-652×N8942	−0.45	60	NMX04-652×N79232	1.75
13	NMX05-421×N8942	2.11	61	NMX05-421×N79232	−3.20
14	NMX05-422×N8942	−4.60	62	NMX05-422×N79232	−0.73
15	NMX06-1211×N8942	2.02	63	NMX06-1211×N79232	2.51
16	NMX06-2231×N8942	−7.31	64	NMX06-2231×N79232	0.74
17	NMX06-434×N8942	−6.78	65	NMX06-434×N79232	−13.88
18	NMX06-451×N8942	−21.23	66	NMX06-451×N79232	−1.30
19	NMX06-6212×N8942	−7.95	67	NMX06-6212×N79232	−2.97
20	NMX08-1222×N8942	−3.22	68	NMX08-1222×N79232	0.85
21	NMX08-2312×N8942	−11.65	69	NMX08-2312×N79232	0.28
22	NMX08-32111×N8942	−12.01	70	NMX08-32111×N79232	−4.61
23	NMX08-512×N8942	−0.64	71	NMX08-512×N79232	2.36
24	NMX09-3112×N8942	−14.07	72	NMX09-3112×N79232	3.13
25	NMX10-1221×N8942	−5.57	73	NMX10-1221×N79232	−0.37
26	NMX10-31212×N8942	0.74	74	NMX10-31212×N79232	−7.90
27	NMX11-1111×N8942	−6.57	75	NMX11-1111×N79232	6.00
28	NMX11-1312×N8942	−17.29	76	NMX11-1312×N79232	−4.79
29	NMX11-3321×N8942	6.21	77	NMX11-3321×N79232	0.23
30	NMX11-4112×N8942	0.68	78	NMX11-4112×N79232	−3.49
31	NMX13-1212×N8942	−12.78	79	NMX13-1212×N79232	−2.48
32	NMX14-2221×N8942	−3.67	80	NMX14-2221×N79232	−3.42
33	NMX14-3121×N8942	2.87	81	NMX14-3121×N79232	−3.54
34	NMX14-421×N8942	−8.97	82	NMX14-421×N79232	−7.64
35	NMX14-6312×N8942	−11.80	83	NMX14-6312×N79232	−13.47
36	NMX15-4111×N8942	−4.79	84	NMX15-4111×N79232	−4.45
37	NMX16-311×N8942	−1.67	85	NMX16-311×N79232	−10.71
38	NMX16-4331×N8942	−2.33	86	NMX16-4331×N79232	−5.13
39	NMX17-1211×N8942	−4.95	87	NMX17-1211×N79232	−8.90
40	NMX17-2111×N8942	−0.03	88	NMX17-2111×N79232	−14.87
41	NMX17-52×N8942	−6.66	89	NMX17-52×N79232	−2.81
42	NMX18-122×N8942	5.84	90	NMX18-122×N79232	−6.18
43	NMX18-1421×N8942	−7.49	91	NMX18-1421×N79232	−15.78
44	NMX18-232×N8942	−12.94	92	NMX18-232×N79232	−4.94
45	NMX18-431×N8942	0.25	93	NMX18-431×N79232	−5.12
46	NMX18-5111×N8942	−6.67	94	NMX18-5111×N79232	−0.92
47	NMX18-6221×N8942	−3.43	95	NMX18-6221×N79232	1.23
48	NMX20-3322×N8942	1.01	96	NMX20-3322×N79232	−5.73

3 结论与讨论

本试验以 20 份美国玉米种质选育的 48 份中晚熟优良玉米自交系与 N8942、N79232 进行不完全双列杂交, 产出 96 份杂交种, 通过对 96 份杂交种单株产量的一般配合力及特殊配合力效用分析。结果表明 48 份优良自交系的一般配合力差异不显著, 特殊配合力差异极显著。96 份杂交组合的小区产量平均对照优势为正值有 27 份, 较对照优势表现突出的组合为 NMX11-3321、NMX18-122 和 NMX11-1111 三份自交系田间表现较优良, 育种潜力较大。从整体增产幅度和增产比例上看出单独利用兰卡×瑞德的育种模式还是不够的。随着当前农业生产方式的变革, 玉米种质创新的目标已发展为适合机械化粒收、抗倒、脱水快等。对于东北玉米生产主要区域对机械化收获的需求, 将旅系抗倒性突出的特点和黄四类群早熟性结合起来可以提高杂交种的早熟性、欧洲玉米种质的耐密性和脱水快等方面的利用价值已被我国部分玉米育种者证实^[7-10], 因此, 接下来的育种工作中, 利用选育出来的美国优良自交系与我国的塘四平头、旅大红骨以及欧洲种子资源

相结合, 选育更多优良玉米新品种迎合当前农业发展的需求。

参考文献:

- [1] 于阳雪, 刘珈伶, 贾琳, 等. 玉米自交系适机收相关性状配合力分析[J]. 玉米科学, 2018, 26(3): 22-27.
- [2] 王懿波, 王振华, 王永普, 等. 中国玉米主要种质的改良与杂优模式的利用[J]. 玉米科学, 1999, 7(1): 1-8.
- [3] 杨培珠, 钟国祥, 谢虹, 等. 玉米种质资源的背景和利用现状[J]. 中国农学通报, 2011, 27(5): 25-28.
- [4] 李海明, 胡端法, 张世煌. 外来种质对中国玉米生产的遗传贡献[J]. 中国农业科学, 2005, 38(11): 2189-2197.
- [5] 唐启义. DPS 数据处理系统——实验设计、统计分析及数据挖掘[M]. 北京: 科学出版社, 2007.
- [6] 李佩瑶, 王振, 张先宇, 等. 41 份中晚熟欧洲玉米选系的配合力及杂交种优势分析[J]. 玉米科学, 2018, 26(3): 28-31.
- [7] 谢志涛, 景希强. 黄旅群体的建立和利用研究[J]. 玉米科学, 2014, 22(2): 11-14.
- [8] 晏庆九, 霍仕平, 许明陆, 等. 欧洲玉米种质 BC82411Ht 的利用与改良[J]. 玉米科学, 2004, 12(1): 36-39.
- [9] 马延华, 孙德全, 李绥艳, 等. 20 份玉米种质选系的利用潜力分析[J]. 玉米科学, 2014, 22(5): 1-5.
- [10] 高旭东, 周旭梅, 高洪敏, 等. 欧洲玉米种质 BRC 选系主要农艺性状的配合力及杂种优势分析[J]. 玉米科学, 2015, 23(3): 28-33.

Analysis of 20 US Mid-maturing Maize Hybrid Lines and Combining Ability

WANG Jun-qiang¹, SUN Shan-wen¹, HAN Ye-hui¹, YU Yun-kai¹, XU Jian¹, ZHOU Chao¹, DING Xin-ying², CHEN Qing-li³

(1. Qiqihar Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar 161005, China; 2. Heilongjiang Animal Research Institute, Qiqihar 161006, China; 3. Heilongjiang Qishan Seed Industry Limited Company, Nianzishan 161005, China)

Abstract: In order to broaden the genetic basis of maize germplasm, the Qiqihar Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences used 48 medium-late mature maize inbred lines selected from 20 US maize germplasms as experimental materials, and NSS group inbred lines N8942, SS group inbred lines. N79232 was used as a test species. The NCII genetic mating design was combined with 96 hybrid combinations to analyze the general combining ability and special combining ability analysis of individual plants. The results showed that the general combining ability (P_1) $F=0.9306$ of 48 excellent inbred lines was not significant ($P=0.5968$); The F value of the special combining ability ($P_1 \times P_2$) was 2.8248, and the difference was extremely significant ($P=0.0001$). NMX02-5212 and NMX11-3321 had higher general combining ability and special combining ability. In the 48 inbred lines, 29 were partial to the NSS group, including NMX02-212, NMX02-2231, NMX03-124, etc.; A total of 19 parts were biased toward the SS group, including NMX02-5212, NMX02-6233, NMX04-23211, and the like. The average yield advantage of the yield of 96 hybrid combination was 27, accounting for 28.13% of the total combination. The combination with outstanding performance advantages was NMX11-3321×N8942, NMX18-122×N8942 and NMX11-1111×N79232. The yield of the plots exceeded 5% of the control and the highest was 6.21%, inbred lines NMX11-3321, NMX18-122, NMX11-1111 have great potential for breeding.

Keywords: maize; American germplasm; mid-maturing; combining ability; heterosis group