



# 七个玉米群体主要农艺性状配合力分析

金振国,高利,孙艳杰,石运强,邵勇,魏国才,南元涛

(黑龙江省农业科学院绥化分院,黑龙江绥化152052)

**摘要:**通过对群体的配合力和杂种优势关系分析,鉴定其育种利用潜力,筛选优良群体,拓宽与丰富我国种质遗传基础,为长期可持续的创造优良种质新材料奠定基础。本文以7个玉米群体为供试材料,利用自选骨干自交系绥系708、绥系709、四-144、四-287为测验种,系统研究7个玉米群体在黑龙江省的主要农艺性状配合力和杂种优势分析。结果表明:产量及农艺性状配合力综合表现较好的S6群可重点利用,中群21、S1群、S4群综合农艺性状较好,但因存在易秃尖、空秆或不抗丝黑穗病等不利因素,有必要对其进行进一步改良,然后再进行利用,其它3个群体产量GCA为负值,不利于产量形成,但是在降低株高、穗位高、秃尖长度、丝黑穗病发病率等方面具有各自独特的潜力,因此可以在实践工作中,根据育种目标进行选择利用。根据生产实践,单株产量SCA高的组合不一定是高产组合,因此鉴定群体组配高产组合的潜力,必须GCA和SCA同时兼顾,两者都高的群体,才更易选育出综合农艺性状优良的自交系。

**关键词:**玉米;群体改良;杂种优势;GCA,SCA

自20世纪70年代以来,美、德、法、阿根廷和泰国等许多国家农业不断发展,使世界玉米产量急剧增长<sup>[1]</sup>。我国也是玉米主产国,但是我国玉米育种起步较晚,技术上没有重大突破,总产虽然不断增加,但是单产徘徊不前,其主要原因是种质资源利用集中,遗传基础狭窄严重制约我国玉米育种研究<sup>[2-3]</sup>。群体改良是玉米种质创新的重要途径,运用适宜的方法可以显著提高群体改良效率<sup>[4]</sup>。20世纪90年代后,我国玉米育种工作者开展了大量热带、亚热带玉米种质引进、改良工作,先后引进的ETO、Tuxpeno和Suwan等热带、亚热带种质,通过驯化改良,选育出一批自交系,初步缓解了我国玉米种质遗传基础狭窄的问题。然而我国目前关于早熟玉米种质引进、改良、利用研究较少,为丰富早熟种质资源,拓宽种质基础,在前人研究的工作基础上,2012年以来引入和组建了13个玉米群体,经初步鉴定筛选后,淘汰6个群体,并对其余7个群体进行主要农艺性状配合力分析,进而为这些群体在我国北方早熟玉米产区的利用提供理论依据,对于拓宽玉米育

种范围,具有一定的指导意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

试验材料来源于中国农业科学院作物科学研究所收集的1份玉米群体和自我组建的6个群体,包括A类群群体:中群21(BS22x中综7号)、S3群(绥系601/扎461/绥系708/PH6WC)、S5群(7922/4112/9046/478/K10/郑32),B类群群体:S1群(C40/绥系40120/CA193/HM12111),S2群(HCL645/PH4CV/KWS49),S4群(绥系709/合344/PH4CV/绥系704),S6群(HCL645/PH4CV)。

4个测验种为绥系708、绥系709、四-144、四-287;对照种为绥玉23、吉单27。

### 1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于2011年在海南育种基地进行,采用NCⅡ遗传交配设计,分别以7个群体为父本,4个测验种为母本,组配杂交组合,收获的杂交组合果穗混合脱粒28份。采用不完全区组田间设计,2012年将组配的28个组合和两个CK种植于绥化市、海伦、哈尔滨市,3次重复。试验小区设置为2行区,行长5m,行距0.6m,密度52500株·hm<sup>-2</sup>。田间调查株高、穗位高、空秆率、病害等农艺性状,室内考种记录秃尖、穗粗、穗轴粗、穗行数、行粒数、单株穗重、出籽率、百粒重、籽粒容重、小区产量等。

收稿日期:2018-03-20

基金项目:黑龙江省农业科学院院级科研资助项目(2017XQ1)。

第一作者简介:金振国(1978-),男,硕士,助理研究员,从事玉米种质改良及新品种选育研究。E-mail:jinzhenquo204@163.com。

通讯作者:魏国才(1972-),男,硕士,研究员,从事作物育种及栽培研究。E-mail:guocai1972@163.com。

1.2.2 数据分析 利用 DPS 7.05 软件对每个性状表型均值进行联合方差分析。

汇总 3 点数据,以性状的小区平均值计算一般配合力效应、特殊配合力效应和总配合力效应。一般配合力( $G_{caf}$ ,  $G_{cam}$ )效应和特殊配合力效应(SCA)采用刘新芝、郭平仲所述的 NC II 方法计算。

2 结果与分析

2.1 农艺性状配合力的方差分析

由表 1 可以看出,测验种除株高、穗粗、穗轴粗、容重外,其它性状的一般配合力(GCA)差异

均达到显著或极显著水平,被测群体除穗长、行粒数性状外其它性状 GCA 均达到显著或极显著水平,说明被测群体性状表现存在真实的显著差异。除穗长、秃尖长、百粒重性状外,组配群体的其它性状 SCA 均达显著或极显著水平,说明被测群体与测验种的性状上存在显著差异,可以分析群体的 GCA 效应和 SCA 效应。对于被测群体,穗轴粗、秃尖长、百粒重、产量性状 GCA 方差均高于 SCA。对于测验种,穗长、秃尖长度、行粒数、百粒重、产量性状 GCA 方差均大于 SCA,说明部分性状加性效应比非加性效应更重要。

表 1 群体和测验种配合力方差分析

Table 1 Variance analysis of general combining ability of populations and testers

变异来源 Variation resource	株高 Plant height	穗位高 Ear height	穗长 Ear length	穗粗 Ear diameter	穗轴粗 Ear axis diameter	秃尖长 Barren ear tips length	穗行数 Number of row per ear
被测群体(GCA)	3.92*	3.89**	0.52	1.00*	2.99**	3.21*	1.23**
测验种(GCA)	0.84	1.54*	5.23**	0.72	1.17	3.77*	1.36*
被测群体×测验种(SCA)	80.8**	8.48**	1.41	2.09*	1.56*	0.77	1.88**
变异来源 Variation resource	行粒数 Number of kernel per row	百粒重 100-kernel weight	出籽率 Kernel percentage	容重 Bulk density	产量 Yield	丝黑穗病率 Head smut percentage	空秆率 N-ear percentage
被测群体(GCA)	1.45	6.51**	4.32*	5.66*	5.60**	1.26*	2.71**
测验种(GCA)	9.47**	2.01*	1.33*	1.83	3.21**	1.24*	1.70*
被测群体×测验种(SCA)	2.32**	1.05	63.86**	58.41**	2.86**	28.61**	5.27**

\* 和 \*\* 分别表示在 0.05 和 0.01 水平上显著差异。  
\* and \*\* indicate significant difference at 0.05 and 0.01 level, respectively.

2.2 供试群体主要农艺性状 GCA 效应分析

为了真实地评价供试群体在东北地区农艺性状表现和利用价值,本试验以黑龙江省两大主栽品种绥玉 23、吉单 27 的亲本绥系 708、绥系 709、四-144、四-287 为测验种,在黑龙江的哈尔滨和绥化、海伦 3 个不同的地理环境背景下分析 7 个供试群体产量及主要农艺性状 GCA 效应。

从表 2 可以看出,各群体间同一性状的 GCA 效应差异很大,表现为+、一两级效应。

7 个群体产量的 GCA 效应由高至低为 S6 群、中群 21、S1 群、S4 群、S5 群、S2 群、S3 群,其中 S6 群、中群 21、S1 群、S4 群的产量 GCA 效应为正值,表明利用这 4 个群体选育的自交系易组配出高产组合,且前 3 个群体对提高杂交子代产量效应更明显;其余 3 个群体产量的 GCA 效应值呈负效应值,很难组配出高产组合,但也不排

除有 SCA 较强的组合出现。

从与产量相关的主要农艺性状的 GCA 效应看,穗长、穗粗、穗行数、行粒数、百粒重、出籽率、容重的 GCA 效应值为正值,秃尖长度 GCA 效应值为负值的群体,更有利于子代产量的提高,如中群 21 除秃尖长度为较大的正值,不利于产量形成外,穗长、穗粗、穗行数、行粒数、百粒重、出籽率、容重均为正值,穗轴粗为负值,有利于产量的形成,因此中群 21 单株产量的 GCA 较高,同时空秆率、丝黑穗病发病率的 GCA 效应值也较高,说明该群体耐密性和抗丝黑穗病较差,因此在耐密性和抗丝黑穗病方面有必要进一步改良,改良后的群体可以重点利用。穗轴粗的 GCA 效应值由小到大为 S1 群、S6 群、S5 群、中群 21、S2 群、S4 群、S3 群,且 S1 群、S6 群、S5 群、中群 21 的 GCA 效应值为负值,表明这 4 个群体有降低子代果穗

轴粗的效应,并且推测可能对提高果穗后期脱水速率有较好的影响。S5 群、S3 群、S6 群丝黑穗病发病率的 GCA 效应值为 - 67. 14、- 42. 63、- 39. 43,表明这 3 个群体可有效提高子代对丝黑穗病的抗病能力,而 S1 群、S2 群的 GCA 效应值为较高的正值,因此该群体的后代材料在丝黑穗病发病严重的地区应该谨慎应用。S4 群、S6 群、

S1 群空秆率的 GCA 效应值分别为 - 54. 34、- 23. 6、- 19. 96,表明这 3 个群体在提高子代耐密性方面有较大的应用潜力。由株高、穗位高的 GCA 效应值可以看出,株高与穗位呈正相关,并且中群 21、S1 群、S3 群的株高、穗位高的 GCA 效应值均小于零,表明这 3 个群体对降低子代株高、穗位高方面有较大的应用潜力。

表 2 被测群体主要农艺性状 GCA 效应值

Table 2 GCA effect value of main agronomic traits in the tested population

供试群体 Tested populations	株高 Plant height	穗位高 Ear height	穗长 Ear length	穗粗 Ear diameter	穗轴粗 Ear axis diameter	秃尖长 Barren ear tips length	穗行数 Number of row per ear
中群 21	-1.95	-4.57	0.13	0.80	-0.74	2.42	1.03
S1 群	-0.06	-1.45	1.57	-1.89	-2.38	-14.79	-1.03
S2 群	5.52	-4.02	3.53	0.38	1.25	26.15	-3.09
S3 群	-5.61	-9.87	-0.95	1.13	3.05	-22.98	7.22
S4 群	0.35	0.56	-0.67	0.62	1.79	3.96	-2.06
S5 群	0.96	8.32	-2.44	-1.31	-0.86	-18.84	-2.58
S6 群	0.79	11.01	-1.17	0.28	-2.11	24.07	0.52
供试群体 Tested populations	行粒数 Number of kernel per row	百粒重 100-kernel weight	出籽率 Kernel percentage	容重 Bulk density	单株产量 Yield	丝黑穗病率 Head smut percentage	空秆率 N-ear percentage
中群 21	1.92	2.28	2.01	0.98	19.26	4.85	13.96
S1 群	0.09	-0.99	1.75	-2.87	9.83	70.70	-19.96
S2 群	3.14	3.76	-3.75	1.08	-14.81	41.31	28.31
S3 群	-0.52	-3.48	0.41	-0.13	-25.44	-42.63	18.63
S4 群	-1.13	-1.41	2.78	2.34	2.59	32.34	-54.34
S5 群	-1.95	-0.26	-2.91	-1.95	-11.67	-67.14	37.01
S6 群	-1.54	0.10	-0.30	0.55	20.24	-39.43	-23.61

2.3 组配群体主要农艺性状 SCA 效应分析

由于 SCA 主要是非加性效应产生,所以被测群体与测验种的杂种优势反应差异较大。表 3 的数据结果表明,从产量的杂种优势看,杂种优势较强的组合有中群 21×四-144、S4 群×绥系 708、S5 群×四-144、S6 群×绥系 708、S1 群×绥系 708、S2 群×四-287、S2 群×绥系 708、S3 群×绥系 709,每个供试群体均有较高的特殊配合力表现,说明由被测群体群体选育的自交系可在相应的测验种背景下筛选高配力自交系及优良杂交组合。其中绥系 708 参与的有 4 个组合,也验证了测验种绥系 708 具有较强的一般配合力。

从与产量相关的农艺性状的 SCA 效应看,穗

长 SCA 效应值高的组合有中群 21×绥系 709、S2 群×四-287、S3 群×绥系 709、S4 群×四-287、S6 群×绥系 709、S1 群×绥系 708,其中有绥系 709 参与的有 3 个组合,供试群体中,S5 群的穗长 SCA 效应明显偏低,说明该群体不易组配出增长果穗长度的组合。穗粗 SCA 效应值高的组合有中群 21×四-287、S6 群×四-144、S5 群×绥系 708、S1 群×四-287、S4 群×四-287,其中有四-287 参与的有 3 个组合,说明四-287 增加子代果穗粗度上有较强的遗传力,同时也看到 S6 群、S5 群分别与四-144、绥系 708 的组合在增加果穗粗度上也有较明显的表现,说明这两个群体易于组配出粗穗型的杂交组合。秃尖长度 SCA 效应值

为负的组合有 S2 群×四-144、S1 群×绥系 709、S5 群×绥系 709、S6 群×四-144、中群 21×绥系 709、S4 群×绥系 709,其中有绥系 709 参与的组合 4 个,四-144 参与的组合 2 个,说明这两个测验种在降低子代果穗秃尖程度上有较好的遗传力,同时 S2 群、S1 群、S5 群较易组配出丰顶性好的杂交组合。穗行数 SCA 效应值高的组合有 S1 群×四-287、S5 群×绥系 708、S4 群×四-287、S6 群×绥系 708、S2 群×四-287、S3 群×四-144、中群 21×绥系 708,其中绥系 708 参与的组合有 3 个,四-287 参与的组有 3 个,说明这两个测验种对增加子代穗行数有较高的遗传潜力,在这两个测验种背景下,供试群体易于组配出穗行数多的组合,并有助于筛选拥有。行粒数 SCA 效应值高的组合有 S5 群×绥系 708、S6 群×绥系 708、S3 群×四-144、中群 21×绥系 708、S2 群×四-144、

表 3 组配群体 SCA 效应值  
Table 3 Group SCA effect value

P <sub>1</sub> ×P <sub>2</sub>	株高 Plant height	穗位高 Ear height	穗长 Ear length	穗粗 Ear diameter	穗轴粗 Ear axis diameter	秃尖长 Barren ear tips length	穗行数 Number of row per ear
中群 21×绥系 708	10.14	4.74	2.41	1.41	-2.67	37.72	3.09
中群 21×绥系 709	-7.39	-15.92	7.76	-2.93	1.94	-20.18	-3.39
中群 21×四-144	-0.01	10.80	2.19	-1.79	-2.01	-7.00	-2.21
中群 21×四-287	-2.74	0.39	-12.36	3.31	2.74	-10.53	2.50
S1 群×绥系 708	2.68	-6.32	3.38	-2.17	-2.32	1.85	3.09
S1 群×绥系 709	-10.97	-8.64	0.33	0.11	1.03	-26.83	-7.51
S1 群×四-144	9.11	18.55	-1.72	-0.12	-0.25	24.05	-2.21
S1 群×四-287	-0.82	-3.59	-1.99	2.18	1.55	0.93	6.63
S2 群×绥系 708	5.52	8.32	3.00	-0.35	2.63	10.85	-0.81
S2 群×绥系 709	6.64	2.31	5.84	1.25	-0.54	19.06	-2.58
S2 群×四-144	2.55	6.56	-1.74	-1.36	-1.01	-29.34	-1.10
S2 群×四-287	-14.72	-17.19	-7.10	0.46	-1.08	-0.58	4.49
S3 群×绥系 708	6.62	6.60	-8.10	1.22	1.93	6.76	11.05
S3 群×绥系 709	-7.43	-9.69	5.19	-0.86	1.31	-10.24	-13.99
S3 群×四-144	2.64	-0.75	1.33	-1.57	-3.98	13.55	3.98
S3 群×四-287	-1.84	3.84	1.58	1.21	0.74	-10.06	-1.03
S4 群×绥系 708	3.17	-4.28	-0.72	0.64	-0.62	0.69	-0.29
S4 群×绥系 709	-8.20	13.95	-1.48	-3.53	0.42	-16.24	0.00
S4 群×四-144	6.25	4.87	-2.12	0.72	1.49	29.76	-5.30
S4 群×四-287	-1.22	-14.53	4.31	2.17	-1.29	-14.21	5.60
S5 群×绥系 708	0.29	-5.63	-0.73	2.58	0.13	23.54	6.41
S5 群×绥系 709	-4.94	-5.18	2.44	-1.34	-0.86	-22.26	-7.73
S5 群×四-144	0.50	6.04	-0.54	1.20	3.13	14.28	1.40
S5 群×四-287	4.14	4.76	-1.17	-2.44	-2.40	-15.56	-0.07
S6 群×绥系 708	-0.24	-12.58	0.76	0.59	0.93	21.04	5.15
S6 群×绥系 709	1.10	-10.92	-7.16	-2.31	-3.30	0.70	-5.45
S6 群×四-144	-3.74	13.54	2.60	2.92	2.63	-23.50	-0.15
S6 群×四-287	2.88	9.96	3.79	-1.19	-0.26	1.77	0.44

续表 3

P <sub>1</sub> ×P <sub>2</sub>	行粒数 Number of kernel per row	百粒重 100-kernel weight	出籽率 Kernel percentage	容重 Bulk density	单株产量 Yield	丝黑穗病率 Head smut percentage	空秆率 N-ear percentage
中群 21×绥系 708	3.17	−0.57	2.73	−1.07	−2.51	−115.95	−24.35
中群 21×绥系 709	1.89	−2.02	−0.51	−0.92	−6.20	118.90	25.92
中群 21×四-144	−2.30	2.41	−2.48	−0.74	25.33	−84.09	−18.61
中群 21×四-287	−2.76	0.18	0.27	2.73	−16.61	81.13	17.03
S1 群×绥系 708	1.71	0.12	2.64	2.14	15.96	129.08	−55.00
S1 群×绥系 709	0.67	1.43	−0.74	2.60	−1.06	8.18	10.65
S1 群×四-144	−0.26	−0.32	−3.20	−1.35	−16.49	−146.97	37.12
S1 群×四-287	−2.12	−1.23	1.30	−3.38	1.59	9.71	7.24
S2 群×绥系 708	−1.54	−4.66	7.51	−0.26	6.15	12.85	49.07
S2 群×绥系 709	−0.15	6.88	−6.88	−1.19	−10.43	−74.42	−10.74
S2 群×四-144	2.99	−1.48	3.19	2.50	−2.41	128.97	−12.17
S2 群×四-287	−1.31	−0.73	−3.82	−1.04	6.69	−67.40	−26.16
S3 群×绥系 708	−2.96	3.35	−4.41	4.86	−13.76	58.03	−28.86
S3 群×绥系 709	0.06	−4.43	8.43	−1.04	5.55	−13.17	11.83
S3 群×四-144	3.20	−3.22	−3.51	−4.03	4.62	−3.83	81.32
S3 群×四-287	−0.29	4.30	−0.51	0.21	3.58	−41.03	−64.30
S4 群×绥系 708	−4.39	−1.94	−4.94	−1.70	24.17	52.71	4.75
S4 群×绥系 709	1.08	0.93	−0.18	0.67	−7.82	−57.09	−10.70
S4 群×四-144	2.59	−0.64	2.90	−1.24	−13.13	−92.07	−13.20
S4 群×四-287	0.73	1.65	2.22	2.28	−3.22	96.44	19.15
S5 群×绥系 708	6.39	−0.80	−1.77	−1.95	−14.07	−46.29	−21.46
S5 群×绥系 709	−2.79	1.02	1.99	1.26	0.76	10.25	−16.12
S5 群×四-144	−3.72	2.50	2.25	3.43	19.22	−4.26	−45.87
S5 群×四-287	0.12	−2.72	−2.46	−2.74	−5.91	40.30	83.45
S6 群×绥系 708	3.55	4.51	−1.76	−2.01	19.76	−90.44	−40.06
S6 群×绥系 709	−0.76	−3.81	−2.10	−1.36	−14.55	7.35	105.07
S6 群×四-144	−2.50	0.75	0.85	1.44	−7.83	45.56	−28.59
S6 群×四-287	−0.29	−1.45	3.01	1.94	2.62	37.53	−36.42

S4 群×四-144、S1 群×绥系 708,其中绥系 708 参与的组合有 4 个,四-144 参与的组合有 3 个,说明供试群体可在这两个测验种背景下,易于组配出行粒数多的组合,并可用这两个群体鉴定筛选由群体选育的自交系在增加行粒数方面的选择效果。百粒重 SCA 效应值高的组合有 S2 群×绥系 709、S3 群×四-287、S3 群×绥系 708、S5 群×四-144、中群 21×四-144、S6 群×绥系 708,其中 S3 群与两个测验种的 SCA 效应值均表现较高,说明该群体更易于组配出百粒重高的组合。出籽率

SCA 效应值为正值且较高的组合有 S3 群×绥系 709、S2 群×绥系 708、S2 群×四-144、S6 群×四-287、S4 群×四-144,其中有 S2 群参与的组合有 2 个,说明该群体更易组配出出籽率高的组合。

根据抗病性、抗逆性表现分析,由于控制株高和穗位高的部分基因可能是相同的(即具有一因多效性),或者控制株型的 QTL 具有集中分布的特点,所以株高和穗位高的遗传关系最紧密<sup>[5]</sup>。因此本研究有株高、穗位高 SCA 效应值同时为负的结果属于正常,同时为负值且较低组合有 S2

群×四-287、S1 群×绥系 709、S3 群×绥系 709、中群 21×绥系 709、S5 群×绥系 709、S6 群×绥系 708,其中绥系 709 参与的组合有 4 个,说明在绥系 709 的背景下,供试群体易于组配出株高、穗位高较低的组合,对提高杂交组合抗倒性有重要作用。同时,S2 群、S1 群分别与四-287、绥系 709 株高、穗位高的 SCA 效应值很低,说明 S2 群、S1 群自身也易组配出株高与穗位较低的组合,因此从这两个群体直接选育自交系,可能选育出抗倒性强的自交系。空秆率 SCA 效应值较低的组合有中群 21×绥系 708、中群 21×四-144、S1 群×绥系 708、S2 群×四-287、S3 群×绥系 708、S3 群×四-287、S5 群×绥系 708、S5 群×四-144、S6 群×绥系 708、S6 群×四-287、S6 群×四-144,其中有绥系 708 参与的组合有 5 个,说明绥系 708 用于较好的耐密优良基因,在绥系 708 背景下,供试群体更易组配出降低空秆率,提高耐密性的组合。同时,中群 21、S3 群、S5 群分别与 2 个测验种组配的 SCA 效应值为较低的负值,说明这 3 个群体自身耐密性较好,可从中直接选育耐密自交系。丝黑穗病发病率方面,SCA 效应值为负值,且较低的有中群 21×绥系 708、中群 21×四-144、S1 群×四-144、S2 群×绥系 709、S2 群×四-287、S4 群×四-144、S4 群×绥系 709、S5 群×绥系 708、S6 群×绥系 708,其中有绥系 708、四-144 参与的组合分别有 3 个,说明这两个测验种更易组配出抗玉米丝黑穗病的组合,可用作改良群体抗性的基础材料,而 S4 群与两个测验种 SCA 效应值同时为较低负值,说明该群体拥有较强的抗丝黑穗病基因,更易组配出抗丝黑穗病的组合,因此在抗丝黑穗病育种方面可重点利用。

从穗轴粗 SCA 效应值看,数值为负值且较低的组合有中群 21×绥系 708、中群 21×四-144、S1 群×绥系 708、S2 群×四-287、S3 群×四-144、S4 群×四-287、S5 群×四-287、S6 群×绥系 709,其中有四-287 参与的组合有 3 个,说明在四-287 背景下,供试群体更易组配出细穗轴的组合,同时中群 21 参加的组合有两个,说明该群体在组配出细穗轴杂交组合方面拥有较强的潜在优势,可作为选育细轴自交系的基础群体加以利用。

### 3 结论与讨论

绥玉 23 玉米品种连续 6 年被黑龙江省种子管理局推介为黑龙江省主栽品种,目前年推广面

积超过 13.33 万  $\text{hm}^2$ ,吉单 27 曾是黑龙江省、吉林省推广面积较大的品种之一,目前是国家试验的对照品种,这两个品种均具有高产、稳产、多抗、广适等优点,因此用这两个品种的双亲测验种,该研究可以真实地体现供试群体与黑龙江省核心种质的杂种优势反应,进而达到对供试群体遗传潜力分析和有效利用,对推进育种进程具有现实意义。

#### 3.1 被测群体的 GCA 综合评价

不同群体的配合力表现不同,同一群体不同性状的配合力表现也不相同。在供试群体中,由于中群中群 21 除秃尖长度不利于增加产量外,穗长、穗粗、穗行数、行粒数、百粒重、出籽率、容重均较好,穗轴粗的 GCA 为较低的负值,因该群体单株产量的 GCA 较高,用其作亲本可组配出较高产量的杂交种,且该群体株高、穗位高的 GCA 为负值,可增强杂交子代的抗倒性,但是丝黑穗病发病率和空秆率方面的 GCA 为较高的正值,因此在抗病、抗倒方面有必要进一步改良,以改良后的群体为基础材料,必定会选育出综合性状优良的自交系。

S6 群除穗长度、行粒数、出籽率不利于增加产量外,穗粗、秃尖长度、穗行数、百粒重、容重均较好,穗轴粗的 GCA 为较低的负值,使该群体单株产量的 GCA 达到最高,并且株高、穗位高的 GCA 为正值,有利于增加杂交后代生物产量,用其作亲本可组配出较高产量的杂交种,同时,该群体丝黑穗病发病率和空秆率方面的 GCA 为较低的负值,在提高杂交后代抗病、抗倒方面有较好的效果,因此该群体可重点利用。

S1 群、S4 群虽然穗行数、百粒重等性状 GCA 为负值,不利于产量形成,但是出籽率等性状的 GCA 为较高的正值,因此这两个群体单株产量的 GCA 也为正值,用其做亲本易于组配出高产杂交种;并且株高、穗位高、空秆率同为负值,对其提高杂交后代耐密抗倒性效应较好,对适应当前选育耐密、抗倒、适机收玉米品种起到重要种质材料保障作用,在此方面可重点加以利用;但是由于丝黑穗病发病率的 GCA 为较高的正值,因此在丝黑穗病发病率较高的地区应慎重利用,同时有必要对其进行进一步改良。

其余 3 个群体虽然产量的 GCA 均为负值,用其做亲本,杂交子代的产量往往降低,但是在降低株高、穗位高、秃尖长度、丝黑穗病发病率等方

面具有各自独特的潜力,因此可以在实践工作中,根据育种目标进行选择利用。综上所述,供试群体中,S6 群综合农艺性状优良,GCA 为较高,表现最为突出。

### 3.2 如何从群体中选育优良自交系

从参数组合的 SCA 看,同一组合不同性状和同一性状不同组合同样表现出较大的差异,因此在其杂种优势较强的对立血缘测验种背景下,检测群体改良效果,能够有效提高群体改良的精准度。随着目前生产方式的改变,玉米产量的增加由靠杂种优势增产过度到靠群体增产。根据生产实践,单株产量 SCA 高的组合不一定是高产组合,因此鉴定群体组配高产组合的潜力,必须 GCA 和 SCA 同时兼顾,两者都高的群体,才更易选育出综合农艺性状优良的自交系。

### 3.3 群体改良与利用的建议

鉴于提高群体优良等位基因的频率,使优良群体得到有效利用,将对上述供试群体在黑龙江省的应用价值进行深入分析,并建议在以上优良群体作为优良等位基因供体的同时,从这些群体中分离自交系,热带或亚热带种质再与温带自交系杂交,选育二环系,同时也可开展群体间相互轮回选择,进一步丰富优良群体的有利基因类型。

### 参考文献:

- [1] 高翔,陈泽辉,祝云芳,等.我国玉米育种中美国改良 Reid 和 78599 种质的作用及其在利用[J].西南农业学报,2003,16(3):98-101.
- [2] 金益.玉米杂种优势关系的研究[J].东北农业大学学报,2011,42(4):1-7.
- [3] 王鹏文,高大翔.玉米种质类群划分和利用研究对天津市玉米育种的启示[J].天津农业科学,2004,10(4):1-5.
- [4] 刘志鹏,雍洪军,李新,等.混合选择法对玉米群体产量性状改良效果的比较分析[J].玉米科学,2011,19(1):21-26.
- [5] 兰进好,褚栋.玉米株高和穗位高遗传基础的 QTL 剖析[J].遗传,2005,27(6):925-934.
- [6] 王霞,李新海,李明顺,等.二十个加拿大群体性状表现及对丝黑穗病抗性的评价[J].作物杂志,2009(1):20-22.
- [7] 桑志勤,陈树宾,段震宇,等.新疆中熟玉米自交系配合力分析和杂种优势群研究[J].西南农业学报,2014,23(3):31-35.
- [8] 李齐霞,李中青,祁丽婷,等.几个早熟玉米自交系主要农艺性状的配合力分析[J].山西农业科学,2016,44(2):148-151,163.
- [9] 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[EB/OL].(2018-04-13).<http://kns.cnki.net/koms/detail/22.1201.s.20180412.0956.00.html>.
- [10] 凌亮,许晶,刘虹,等.玉米自交系配合力分析及杂种优势评估[J].山西农业科学,2014,42(12):1248-1251,1288.

## Combining Ability Analysis of Main Agronomic Traits of Seven Maize Populations

JIN Zhen-guo, GAO Li, SUN Yan-jie, SHI Yun-qiang, SHAO Yong, WEI Guo-cai, NAN Yuan-tao  
(Suihua Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Suihua 152052, China)

**Abstract:** In order to analyze the combination ability and heterosis relationship of the population, identify the breeding utilization potential of the population, select the suitable population, widen and enrich the genetic basis of germplasm, and lay the foundation for the long-term sustainable creation of new germplasm materials, in this study, seven maize populations were used as experimental material. Sui 708, Sui 709, Si-144 and Si-287 were selected as experimental materials to study the main agronomic traits of seven maize populations in Heilongjiang province. The results showed that the S6 population with good overall combining ability of yield and agronomic traits could be utilized. Zhongqun 21, S1 and No. 4 had defect agronomic characters, such as bar rust or black head disease, which needed to be further improved. The other three groups had negative GCA yield, which was detrimental to yield formation but decreased plant height, spike height, bald length, stubble smut has its unique potential, so it could be used in practice according to breeding objectives. According to the production practice, the combination of high yield is not necessarily a combination of high yield. Therefore, GCA and SCA must be considered in order to determine the potential of high-yielding combinations.

**Keywords:** maize; population improvement; heterosis; GCA; SCA

(该文作者还有邵珊珊、史淑春,单位同第一作者)