

同一群体的 12 个玉米自交系配合力分析

石运强¹ 孙艳杰¹ 景玉良¹ 邵勇¹ 魏国才¹

南元涛¹ 金振国¹ 高利¹ 冯鑫²

(¹ 黑龙江省农业科学院绥化分院, 绥化 152052; ² 黑龙江省绥滨农场, 绥滨 156203)

摘要:利用同一群体的 12 个玉米自交系与绥系 701、PH4CV 两个测验种,通过 NC II 遗传交配设计获得的 24 个杂交组合为试验材料,进行了一般配合力研究。结果表明:穗长、穗粗、穗行数、行粒数、秃尖长、百粒重、出籽率、单株产量、穗轴粗、籽粒含水量的一般配合力方差,在 P1 组自交系中 10 个性状均达到显著或极显著水平,P2 组亲本除秃尖外,其余 9 个性状均达到显著或极显著水平;供试的群体自交系中,产量及综合性状一般配合力表现较好的自交系有 SQ01、SQ02、SQ09、SQ04。其中 SQ01 在今后的组配利用中可对穗行数这一性状加以改良,SQ09 可针对籽粒含水量和穗轴粗方面加以改良,SQ04 可对百粒重和穗轴粗方面进行改良。SQ02 在降低籽粒含水量和增加果穗行粒数的一般配合力表现良好,可进行有针对性的组配及利用。

关键词:玉米;群体;自交系;配合力

玉米是我国重要的粮食及饲料作物,同时也是全世界总产最高的粮食作物^[1]。我国从 20 世纪 30

基金项目:黑龙江省农业科学院院级科研项目(2018YFFF013);
“十三五”国家粮食丰产科技创新项目(2018YFD0300102);
黑龙江省应用技术与开发计划重大项目(GA18B101)

通信作者:南元涛,魏国才

年代中期开始研究玉米杂交种,50 年代中后期以推广利用品种间杂交为主,70 年代后开始大力推广单交种^[2]。未来选育玉米单交种的发展方向是选育优质、多抗、耐密、适合机械化品种,因此,选育具有多优性状集成的高配合力玉米自交系是选育优良玉

实。为剔除这类抗旱假象,需要结合雌雄开花间隔期(ASI)、叶片萎蔫度等性状指标对抗旱系数进行修正,应用综合指标进行鉴定评价。本试验以抗旱系数为主要性状指标,结合筛选到的相关次级性状指标经数据标准化处理后,应用相关及通径方法进行多元分析,得出了加权综合抗旱系数。部分材料鉴定结果经与往年种植观察情况进行比对验证,一致性较好,基本准确合理。

3.2 试验地点选择及结果应用 玉米的抗旱性表现主要受基因型和环境因素影响,田间自然干旱条件下鉴定结果更加接近大田生产,其中降雨量是一个主要影响因素。酒泉地处河西走廊西端,属大陆性干旱气候带,年均温 3.9~9.3℃,无霜期 127~158d,夏季干热,年均降水量 87mm,蒸发量 2140mm,玉米生长期降雨稀少,蒸发量极大,是典型的绿洲灌溉农业区,非常有利于在田间自然干旱胁迫下鉴定玉米抗旱性。酒泉市的绿洲农业区,光热资源充足和灌溉条件良好,是我国玉米制种核心区域之一。本

试验在酒泉市敦煌种业研究院育种基地开展,参试材料包括来自东北、华北、西北及黄淮海等不同生态区的优良稳定自交系,这些自交系在酒泉均有作为制种亲本的种植和扩繁。因此,其抗旱性鉴定结果可以应用指导相关制种基地的选择,也为各区域选优组材及选育抗旱新品种提供一定参考信息。

参考文献

- [1] 张强,韩兰英.论气候变暖背景下干旱气候灾害风险特征与管理.地球科学进展,2015,29(1):80-91
- [2] 周玉乾,寇思荣,何海军.干旱胁迫下玉米自交系抗旱性评价及抗旱骨干自交系筛选.甘肃省作物学会 2018 年学术年会论文集,2018:33-39
- [3] 徐蕊,王启柏,张春庆.玉米自交系抗旱性评价指标体系的建立.中国农业科学,2009,42(1):72-84
- [4] 路贵和,戴景瑞,张书奎,李文明,陈绍江,鄂立柱,张义荣.不同干旱胁迫条件下我国玉米骨干自交系的抗旱性比较研究.作物学报,2005,31(10):1284-1285

(收稿日期:2019-05-22)

米杂交种的前提,也是育种工作的重点内容。在玉米育种实践的过程中,“难在选系,重在组配,中心是配合力问题”是许多玉米育种工作者的共识^[3],这也说明配合力是配制杂交组合和选育自交系的关键。

在育种工作中,对种质的利用最终归结为对性状配合力的选择^[4-6]。自交系一般配合力越高,表示其有利基因所含越多,可以利用的宽度和广度比一般配合力低的自交系更广,比较而言则具有深入研究的价值。一般配合力是选择玉米自交系的重要指标,通过自交系一般配合力的测定,可以反映自交系的利用价值,预测杂交后代的表现^[7]。

本研究利用脱水速度快、丰产性好的国外自交系 PH6WC (先玉 335 母本),与具有植株矮控性好、抗病性强的本土骨干系 8941 (绥玉 7 父本),具有植株清秀、适应性好、秆强的本土自交系绥系 601 (绥玉 10 母本),以及具有秆强、极抗倒伏的自育系绥系 706 (绥玉 19 父本)等 4 个 SS 类群玉米自交系组建窄基因玉米群体。聚合先玉 335 具有适合机械化的穗粒特性与本土 3 个品种的株型与抗性,改

良先玉 335 植株高大繁茂易倒伏与本土品种后期籽粒脱水速度慢等不良性状。通过高密度压力选择 (15 万株/hm²)、环境逆境、病害接种、多世代选择等方法,从群体中筛选了 12 份优良稳定系,与 2 个 NS 血缘测验种(绥玉 7、绥玉 10、绥玉 19 的另一共同亲本绥系 701、先玉 335 父本 PH4CV)进行配合力研究,目的是测定新选自交系的主要数量性状的配合力,也为部分新选玉米自交系的进一步利用与改良提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料 以 12 份稳定玉米自交系为被测系 (P1 组),以对立血缘 NSS 类群自交系 PH4CV (先玉 335 父本)、绥系 701 (绥玉 7、绥玉 10、绥玉 19 亲本)为测验种(P2 组),以黑龙江省先后大面积推广的玉米品种绥玉 7、先玉 335 为对照(表 1)。其中 12 份被测系来源于黑龙江省农业科学院绥化分院,是利用 PH6WC (先玉 335 母本)、8941 (绥玉 7 父本)、绥系 601 (绥玉 10 母本)、绥系 706 (绥玉 19 父本)等 4 个 SS 类群玉米自交系组建的玉米群体。

表 1 供试玉米自交系的来源及血缘

自交系	种质来源	杂种优势群	自交系	种质来源	杂种优势群
SQ01	群体自交系	SS	SQ08	群体自交系	SS
SQ02	群体自交系	SS	SQ09	群体自交系	SS
SQ03	群体自交系	SS	SQ010	群体自交系	SS
SQ04	群体自交系	SS	SQ011	群体自交系	SS
SQ05	群体自交系	SS	SQ012	群体自交系	SS
SQ06	群体自交系	SS	绥系 701	绥玉 7、10、19 亲本	NSS
SQ07	群体自交系	SS	PH4CV	先玉 335 父本	NSS

1.2 试验设计 采用不完全双列杂交设计 (NC II)。2014 年在绥农科技园区试验基地,以 12 个玉米自交系为母本,每个自交系种植 1 行,行长 4m,株距 0.2m,2 次重复;2 个测验种(绥系 701,PH4CV)为父本,每个父本种植 12 行,行长 4m,株距 0.2m,行距均为 0.65m。收获的杂交组合果穗混合脱粒,同时配制先玉 335、绥玉 7 作为对照种。

1.2.1 田间鉴定 2015 年在黑龙江省农业科学院

绥化分院安排田间试验。材料选用 12 个自交系与 2 个测验种的 24 个杂交组合,及单交种先玉 335、绥玉 7,采用随机区组田间设计,3 次重复,4 行区,行长 5m,株距 0.2m,行距 0.65m,密度 7.5 万株/hm² (比相应熟期生产田密度高 0.5 万~1 万株/hm²)。

1.2.2 性状调查 成熟期进行产量性状田间调查:籽粒收获含水量、单株产量、穗长、穗粗、穗行数、行粒数、出籽率、百粒重、秃尖长、穗轴粗。调查性状及方法见表 2。

表2 调查性状及方法

序号	性状	方法
1	成熟期(d)	从玉米出苗至完熟的天数
2	穗长(cm)	每小区随机选取有代表性的5穗,测量果穗基部到穗顶部的长度,求其平均值
3	穗粗(cm)	每小区随机选取有代表性的5穗,测量果穗中部直径,求其平均值
4	秃尖长(cm)	每小区随机选取有代表性的5穗,测量穗轴尖端至结实位置长度,求其平均值
5	轴粗(cm)	每小区随机选取有代表性的5穗,测量穗轴中部直径,求其平均值
6	穗行数	每小区随机选取有代表性的5穗,计数果穗中部的籽粒行数,求其平均值
7	行粒数	每小区随机选取有代表性的5穗,每穗计数一中等长度行的粒数,求其平均值
8	籽粒收获含水量(%)	田间收获时按小区随机选择5个果穗脱粒,利用便携式电子水分测定仪直接测量籽粒含水量
9	百粒重(g)	随机取300个籽粒称重,重复取样3次,取3个数的平均数,按标准水分(14%)折算百粒重
10	出籽率(%)	出籽率=(籽粒干重/果穗干重)×100%
11	单株产量(kg)	单株产量=脱粒后的穗粒重/收获穗数

1.3 数据分析

1.3.1 方差分析 利用DPS软件对每个性状数据进行方差分析,检验组间差异是否显著。

1.3.2 配合力分析 采用不完全双列杂交设计,对12个玉米群体自交系的10个性状,进行配合力相对效应值分析。

P1组亲本的一般配合力(GCA)效应值: $GCA_{gi}=X_i-X_{总}$; GCA_{gi} 表示P1组第*i*个亲本的GCA效应估值。

P2组亲本的一般配合力(GCA)效应值: $GCA_{gj}=X_j-X_{总}$; GCA_{gj} 表示P2组第*j*个亲本的GCA效应估值。

P1×P2特殊配合力(SCA)效应值: $SCA_{gij}=X_{ij}-X_{总}-GCA_{gi}-GCA_{gj}$ 。 SCA_{gij} 表示P1组第*i*个亲本与P2组第*j*个亲本组合的SCA效应估值。

2 结果与分析

2.1 主要性状的方差分析 本试验选取24个组合的10个穗部性状为研究对象,对每个性状的表型数据进行方差分析(表3)。研究结果表明,各组间性状均达到极显著差异水平,说明不完全双列杂交获得的24个杂交组合的10个性状存在真实差异,而且造成这种差异的主要因素是遗传,因此可以进行配合力方差分析。经*F*检验后发现:P1组10个性状均达到显著或极显著水平,说明所测各性状一般配合力在P1组亲本间存在显著或极显著差异;P2组亲本除秃尖长外,其余9个性状达到显著或极显著水平,说明这9个性状一般配合力在P2组亲本间存在显著或极显著水平。因此,可进一步对12个群体自交系的一般配合力进行配合力分析。

表3 10个性状配合力方差分析(*F*值)

变异来源	自由度	穗长	穗粗	穗行数	行粒数	秃尖长	百粒重	出籽率	单株产量	穗轴粗	籽粒收获含水量
区组	2	1.31	0.30	0.11	0.08	2.30	2.44	0.22	1.10	0.86	1.28
组合	23	15.94**	16.37**	17.96**	20.62**	17.59**	8.34**	5.99**	10.34**	5.43**	8.27**
P1	11	4.82*	12.87**	4.30*	8.68**	5.00**	6.21**	9.70**	26.11**	7.68**	6.33**
P2	1	21.50**	30.56**	72.56**	10.92**	2.04	5.01*	9.18*	7.25**	6.40*	13.78**
P1×P2	11	4.28**	2.06*	3.16**	4.04**	5.95**	2.27*	1.09	2.03*	1.23	2.02*

**表示在0.01的概率水平上显著,*表示在0.05的概率水平上显著

2.2 供试群体自交系10个性状的一般配合力效应分析 一般配合力效应是由亲本基因型的加性效应基因所决定的,是可以遗传的部分,其效应值大小一般与相应性状的遗传可能性成正比,一般配合力高的相应性状,其遗传力也高,同时受外界环境条件的影响较小^[8]。为了真实地评价12个供试自交系的表现与利用价值,本试验以黑龙江省早晚2个主栽品种先玉335、绥玉7为对照,2个骨干自交系PH4CV、绥系701为测验种,利用NCⅡ遗传交配设

计,分析12个供试自交系10个性状的一般配合力效应(表4)。

基于外来自交系的种质创新策略之一是利用它们作为少数性状的基因供体,改良本地的优良自交系^[9]。本研究即重点利用自交系PH6WC籽粒脱水速度快的特性改良国内骨干种质。在供试的12个玉米自交系中,籽粒收获含水量、单株产量等综合性状一般配合力效应表现较好的自交系有SQ01、SQ02、SQ04、SQ09。其中SQ01具有单株产量高、

表4 12个群体自交系的性状一般配合力效应

被测系	穗长	穗粗	穗行数	行粒数	秃尖长	百粒重	出籽率	单株产量	穗轴粗	籽粒收获含水量
SQ01	5.16	-3.95	-9.60	6.16	-0.75	10.70	10.82	12.16	-0.65	-8.55
SQ02	-1.54	-0.77	-4.23	2.86	0.86	0.25	-2.64	-8.81	0.15	-7.11
SQ03	-1.99	-0.81	-6.59	-0.18	0.29	-1.34	0.06	-5.17	-0.15	0.02
SQ04	4.65	5.48	7.58	0.79	-0.76	-7.81	-14.75	3.04	0.91	-2.22
SQ05	0.45	-0.81	-0.37	-2.60	0.49	-2.50	-1.29	-1.52	0.17	2.33
SQ06	-3.05	5.86	8.00	-6.10	-0.74	-11.54	-13.40	-3.34	0.87	2.04
SQ07	-2.71	-2.35	-0.58	0.56	0	14.55	8.36	-7.90	0.05	5.45
SQ08	-2.76	-1.36	-1.14	-1.31	0.08	-4.54	0.50	-4.26	-0.18	1.03
SQ09	7.10	1.21	1.78	3.25	0.15	8.64	11.95	30.40	0.65	8.05
SQ10	-3.40	-1.49	-1.76	0.01	-0.26	-1.99	-0.39	-5.17	-0.13	-1.79
SQ11	-5.03	-2.01	-0.06	-2.83	0.18	-2.94	7.46	-6.08	-0.16	-1.11
SQ12	3.15	1.00	4.57	-0.61	0.44	-1.48	-6.67	-3.34	-0.14	1.85

秃尖小、籽粒收获含水量低等性状一般配合力效应高的优点,育种者可利用其直接进行组配杂交组合。但是 SQ01 的穗粗和穗行数配合力效应较低,在组配和改良利用时注意选择具有增加果穗穗粗与穗行数的种质与之性状互补; SQ09 的各方面产量一般配合力效应均较高,其后代具有较高的产量潜力,育种家可直接利用 SQ09 组配高产组合,同时由于 SQ09 的穗轴粗与籽粒收获含水量配合力较高,建议在组配与改良利用时选择穗轴细、籽粒脱水快的种质与其优势互补; SQ04 的表现从一般配合力效应数据可看出,产量、籽粒收获含水量等性状一般配合力效应表现较好,缺点是穗轴粗、百粒重低、出籽率低,直接利用价值中等,可尝试利用穗轴细、百粒重高、出籽率高的自交系与之组配与改良利用; SQ02 在降低籽粒收获含水量和增加果穗行粒数的配合力效应表现良好,缺点是单株产量较低与秃尖较长,直接利用价值中等,可尝试利用无秃尖、单株产量高的自交系与之组配和改良。

供试的群体自交系中, SQ3、SQ5、SQ6、SQ7、SQ8、SQ10、SQ11、SQ12 等 8 个自交系在籽粒收获含水量、单株产量等其他方面性状的一般配合力效应值都较差,直接组配利用和遗传改良的价值都较低,予以淘汰。

3 结论与讨论

美国种质系谱来源清晰,遗传变异丰富,从中鉴别和筛选有利等位基因供体来拓展我国玉米种质基础是提高我国玉米种质资源多样性的有效途径^[10]。当前国外引进的种质资源日益增多,但是可直接利用的却并不多见,大多是国外商业杂交种成功推广后而得以重视的亲本,自交系 PH6WC 就是其中的成功例子,PH6WC 属于 SS 类群的代表系,是

美国先锋公司在国内大面积推广的先玉 335 玉米杂交种的母本^[11]。通过对同一群体背景的 12 份玉米自交系穗部性状的一般配合力进行研究,筛选出了 4 个产量、籽粒收获含水量、出籽率等多方面一般配合力效应较好的自交系,达到了利用具有脱水速度快、产量高等优点的国外自交系 PH6WC 与具有早熟性好、耐密植、抗病性强、秆强抗倒伏等特性的本土骨干系,聚合有利基因、打破不利基因连锁的目的。

参考文献

- [1] 刘保花,陈新平,崔振岭,孟庆锋,赵明. 三大粮食作物产量潜力与产量差研究进展. 中国生态农业学报, 2015, 23 (5): 525-534
- [2] 任伟. 21 个新选及常用玉米自交系育种潜势分析. 成都: 四川农业大学, 2007
- [3] 梁世浩. 玉米产量相关性状及配合力的 QTL 分析. 保定: 河北农业大学, 2015
- [4] 杨爱国, 张世煌, 李明顺, 荣廷昭, 潘光堂. CIMMYT 和我国玉米种质群体的配合力及杂种优势分析. 作物学报, 2006, 32 (9): 1329-1337
- [5] 陈彦惠, 张世煌, 吴连成, 王铁固, 李明顺, 邓宏伟, 张明友, 白锦雯. 中国主要玉米改良群体杂种优势组合模式的初步评价. 华北农学报, 2002, 17 (4): 30-36
- [6] 左淑珍, 王光申, 汤金涛, 陈福娜, 刘运华. 14 份新育玉米自交系应用潜力分析. 玉米科学, 2013, 21 (2): 31-35
- [7] 刘日尊, 赵文媛. 5 份美国先锋玉米种质资源的配合力分析. 辽宁农业科学, 2013 (2): 9-12
- [8] 马毅, 张玉红, 霍建中, 冯留锁, 张学舜. 11 个玉米自交系主要农艺性状的配合力分析. 中国种业, 2016 (6): 37-40
- [9] 黎裕, 王天宇. 玉米种质创新: 进展与展望. 玉米科学, 2017, 25 (3): 11-18
- [10] 刘剑. 美国玉米自交系宜机收特性鉴定及配合力分析. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2017
- [11] 吴景彬. 不同密度条件下玉米外引 Reid 种质及其改良系穗部性状的遗传研究. 长春: 吉林农业大学, 2012

(收稿日期: 2019-04-10)