

玉米幼苗根系对硫酸盐($\text{Na}_2^{35}\text{SO}_4$)亲和性配合力的研究

冯宗云 高之仁 荣廷昭

(四川农业大学数量遗传研究室, 雅安 625014)

A Study on Combining Ability of Sulfate Uptake Affinity by Seedling Roots In Maize(*Zea mays* L.)

Feng Zongyun Gao Zhiren Rong Tingzhao

(Laboratory of Quantitative Genetics, Sichuan Agricultural University, Yaan 625014)

Abstract: The present paper is concerned in the combining ability of sulfate uptake affinity(Km) by seedling roots in maize. The data used in analysis came from an experiment involving 9 inbred lines and their 36 single crosses in a diallel mating design, without reciprocals. The results showed that the specific combining ability mean square was very significant and important for Km, indicating the presence of considerable amount of nonadditive gene effects in the control of sulfate uptake. There was significantly close relation between Km and yield. A further noteworthy finding in this study was the identification of two inbred lines, "Heer" and "292", which were the best overall parents for improving affinity of sulfate uptake, and that of three hybrids which may possess characteristics of wide adaptation and high yield.

Key words: *Zea mays* L., Sulfate uptake; Affinity; Combining ability; $^{35}\text{SO}_4^{2-}$

摘要 本文以来源不同的 9 个玉米自交系及其按双列杂交组成的 36 个杂交种为材料,研究了玉米幼苗根系对硫酸盐($\text{Na}_2^{35}\text{SO}_4$)亲和性(Km)的配合力。结果表明:Km 以非加性基因效应较重要,Km 与产量间有密切关系。鉴定出可供玉米育种中利用的 2 个自交系“合二”、“292”及具有更广泛适应性和高产特性的 3 个杂交组合:5005、5022、5030。

关键词 玉米 根系 硫酸盐 亲和性 配合力

多年来,许多学者一直在寻求能有效鉴定优势杂种的更好方法。Dijkshorn、Friedrich、Reuveny、Cacco 等指出,硫营养对氮代谢有明显的影响,硝酸盐和硫酸盐同化途径间存在着密切的联系,硫营养影响作物的最终产量,且根系对硫酸盐的吸收期很短。因此,研究玉米吸收硫酸盐的能力曾在 70 年代至 80 年代初引起了农业化学家及作物生理学家的重视。本研究指出,玉米幼苗对 $^{35}\text{SO}_4^{2-}$ 的亲性和产量杂种优势间呈显著负相关。本文在此研究基础上,对玉米幼苗吸收 $^{35}\text{SO}_4^{2-}$ 的亲

和性进行配合力研究,旨在为玉米育种选配杂交亲本、早期预测杂种优势以及选择适应性更广泛的基因型提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料为来源不同的 9 个玉米自交系及 36 个正交 F_1 杂种,自交系名称如下:合

致谢:刘礼超研究员、倪昔玉副教授、王化新教授。

收稿日期 1996-11-13

二、成 2-17-1、107-186、8112-3、292、中多 5-1、78599-2、B140、Bjk108-23。杂种按自交系的顺序排列,序号:5001~5036。1991 年将供试材料分为两部分,一份用于在室内作幼苗吸收硫酸盐试验,另一份播种于雅安四川农业大学多营农场试验地,随机区组设计,3 次重复,考查的性状为产量。

1.2 方法

幼苗吸收硫酸盐亲和性测定。试验设 3 次重复。种子先用 1% 次氯酸钠溶液表面消毒 10 min,然后在光照培养箱(昼/夜:26℃/24℃)中发芽,营养液为 Hoagland 溶液。从发芽后的第 5 d 起改用 $MgCl_2$ 代替 $MgSO_4$ 的 Hoagland 溶液。4 d 后,将植株取出转入溶液中, Na_2SO_4 用每 100 ml 分别含 1、2、5、10、20 μ Ci $Na_2^{35}SO_4$ 的 Hoagland 溶液(同位素由中国原子能科学研究院同位素研究所提供),在 KARL KOLB 振荡器上 28℃ 振荡培养 10 min。以本研究室育成的川农单交 9 号为空白试验种子。吸收期末,根部用 0.1mol/L Na_2SO_4 溶液在冰冷条件下冲洗 10 min,把根切成约 2 mm 段片,分成两份称重。一份用于蛋白质测定,另一份搅成匀浆,在 FJ-353 双道液体闪烁计数探测器上测定放射性活度,用 1μ Ci/10 ml 的正十六烷(^{14}C)标准源校正。根据吸收率(dpm/min·mg 蛋白质)与 $[^{35}SO_4^{2-}]$ 的 Michaelis - Menten 方程按 Lineweaver - Burk 法求得吸收营养的亲合性指标(K_m, μ mol/ml)。

统计方法:对研究性状进行方差分析。按 Griffing 方法 4 进行一般配合力(GCA)和特殊配合力(SCA)分析。

2 结果与分析

2.1 K_m 及产量的方差分析

从表 1 可见, K_m 及产量的重复间差异均不显著,基因型间差异均达到极显著平准。

2.2 K_m 及产量的配合力分析

配合力方差分析(表 2)表明, K_m 的 GCA 方差不显著, K_m 的 SCA 方差及产量的 GCA

方差、SCA 方差都达到 1% 显著性水平,这表明 K_m 的非加性基因效应很重要,而产量的加性和非加性基因效应均重要。从各配合力方差相对组成分量来看,两性状的非加性基因效应是主要的。

表 1 K_m 及产量的方差分析

变异来源		K_m	产 量
均 方	重复间	260.63	336.69
	基因型间	5661.59**	837.21**
MS	误 差	1304.29	228.87

** 示 1% 显著性水平。

表 2 K_m 及产量的配合力方差分析

性 状	变异来源	MS	相对组成分量
K_m	GCA	1 041.10	27.43
	SCA	2 753.67**	72.56
	误差	525.34	
产量	GCA	783.97**	43.71
	SCA	1 009.57**	56.29
	误差	83.57	

** 示 1% 显著性水平

表 3 K_m 及产量的一般配合力效应

自交系代号	K_m	产 量
1	-11.80	11.55**
2	-9.59	-10.41**
3	-1.62	-2.17
4	-8.34	-13.64**
5	-20.28*	10.82**
6	34.69**	-4.74
7	-6.79	-4.69
8	-6.98	16.46**
9	30.71**	-3.18
1SD	0.05	± 6.20
	0.01	± 8.24

*, ** 分别示 5%、1% 显著性水平。

从一般配合力分析结果(表 3)看出,对于 K_m ,中多 5-1、Bjk108-23 自交系的 GCA 效应为正值,达 1% 显著性水平,表明它们在杂交组合中显著降低了根系对营养亲和性的加性遗传效应;其余自交系的 GCA 为负值,但以合二、292 自交系较低,这说明合二、292

自交系在杂交组合中提高了根系对营养亲和性的加性遗传效应。对于产量,合二、292、B140自交系在杂交组合中显著增加了产量的加性遗传效应,成2-17-1、8112-3自交系则显著降低了产量的加性遗传效应。

一般地说,Km的GCA效应低的自交系组配的杂种,其SCA效应(表4)也低;Km的GCA效应高的自交系组配的杂种,其SCA效应也高。Km的GCA效应高的自交系如中多5-1、BjK108-23自交系(表3)分别与其余自交系组配的杂种,其Km的SCA效应因组

合不同而异。有的组合表现较低的SCA效应,如5005、5012、5026、5030具显著或极显著的SCA效应;有的组合则表现较高的SCA效应,如5015、5018、5032均表现极显著高的SCA效应。这可能与亲本中基因分布不平衡及上位性效应有关。因此,在亲本选择和组合选择时仅考虑亲本的GCA效应是不够的,还应注意其SCA效应。本研究指出,Km与产量杂种优势间呈显著的负相关,所以在提高产量杂种优势的育种中,对Km的SCA效应较低的组合进行重点鉴定是有意义的。

表4 Km及产量的特殊配合力效应

组合代号	Km	产量	组合代号	Km	产量
5001	-13.14	8.28	5019	-19.31	20.42*
5002	-10.83	39.25	5020	-34.14	8.84
5003	27.57	21.60	5021	-54.96**	16.00
5004	29.91	-6.54	5022	-46.50*	23.05**
5005	-52.29*	9.50	5023	-32.36	-1.34
5006	10.82	8.36	5024	72.58**	-7.74
5007	-12.65	5.47	5025	-25.52	14.88
5008	3.26	14.11	5026	-61.84**	9.02
5009	9.09	5.61	5027	10.76	1.70
5010	-19.64	23.05**	5028	-0.34	13.89
5011	-24.28	10.83	5029	0.63	40.83**
5012	-44.28*	3.22	5030	-46.17*	16.70*
5013	-11.40	10.71	5031	-32.18	15.60
5014	-13.64	23.64**	5032	74.03**	9.93
5015	126.98**	13.26	5033	143.91**	10.79
5016	75.29**	0.77	5034	19.51	34.59**
5017	-8.69	31.26**	5035	-1.95	6.90
5018	82.32**	3.78	5036	32.82	6.87
Km: LSD _{0.05} = ±42.21		产量: LSD _{0.05} = ±16.60			
LSD _{0.01} = ±56.38		Yield LSD _{0.01} = ±21.99			

*, ** 分别示5%、1%显著性水平。

3 讨论

有的研究认为,玉米吸收硫酸盐的效率随染色体倍性水平增加而增加,基因突变也影响根系对硫酸盐的吸收。Motto、Saccomani等用5个常用自交系进行双列杂交分析了Km和Vmax的配合力,均认为Vmax的加性和非加性基因效应皆重要,而对于Km结论

不一。Motto认为其加性和非加性基因效应皆重要,Saccomani则指出以非加性基因效应为主。仅管本研究中,Km的加性基因效应不显著,而显性和上位性效应显著,但不同自交系提供的加性基因效应各异。这说明通过杂交育种亦可改善根系对营养吸收的亲性和,但利用其杂种优势能取得更好的育种效果。Турчин认为上位性能成为今后选育高

产单交种育种中的重大资源。上述研究进一步证明遗传改良对改善根系吸收是有效的。 K_m 的 Hayman 双列分析结果表明,合二、292 自交系含更多的显性等位基因,中多 5-1、Bjk108-23 自交系含隐性等位基因较多,且显性方向指向减效。正是亲本中基因分布不平衡及非等位基因互作存在,使由 K_m 的 GCA 高的和 GCA 低的自交系组配的组配的 K_m 的 SCA 效应有的很高,有的很低,但 K_m 的 GCA 低(或高)的双亲组配的组配的 K_m 的 SCA 效应一般较低(或高)。因而育种中选择 K_m 的 GCA 低的自交系作亲本利于改善组合根系吸收性能。由此认为,合二、292 自交系是改良根系对营养吸收亲和性的优异育种材料。这同作者对玉米幼苗吸收硫酸盐亲和性的遗传效应分析结果是一致的。这两个自交系正是本研究室近年来已投入生产上使用的亲本材料。 K_m 与产量杂种优势间呈显著的负相关。 K_m 值低的基因型在低营养环境下具有高的吸收率,在高营养环境下不致降低产量。杂交种的 K_m 值较自交系高,这可能是引起在低营养浓度或土壤肥力较差的条件

下杂交种的产量损失较自交系大的一个生理原因。 K_m 值低的基因型能在低营养条件下产生最大的吸收,这种基因型适应性广。因而 K_m 选择能达到对品种(组合)稳定性选择的目的。但其关系如何有待于研究。

以上结果表明, K_m 可作为杂交亲本选配、基因型适应性选择及杂种优势早期预测的参考指标。从 SCA 分析结果看出,5005、5012、5022、5026、5030 等组合的 K_m 具显著或极显著低的 SCA,其产量的 SCA 呈正效应。这些组合,尤其 5022、5030 可能是具有广泛适应性且表现高产的优异组合,可供大田生产中进一步鉴定。

参 考 文 献

- 1 陈子元等.核技术及其在农业科学中的应用.北京:科学出版社,1983
- 2 冯宗云等.玉米幼苗根系吸收硫酸盐($Na_2^{35}SO_4$)效率与产量杂种优势的关系.四川农业大学学报,1995,13(2): 154~157,160
- 3 高之仁编著.数量遗传学.成都:四川大学出版社,1986
- 4 李琳等.应用蛋白染色剂考马斯蓝 G-250 测定蛋白质的方法.植物生理学通讯,1980,(6):52~55