

文章编号: 1005-0906(2004)01-0100-03

不同玉米自交系氮效率的分析

关义新¹, 马兴林¹, 向春阳², 凌碧莹¹

(1. 中国农业科学院作物育种栽培研究所, 北京 100081; 2. 黑龙江八一农垦大学, 黑龙江 大庆 158308)

摘要: 试验在 4 个氮处理水平上对 8 个玉米自交系的氮效率进行了研究。结果表明, 玉米自交系在产量、生物量和氮累积量上存在显著的差异。据氮效率分析, 黄 C 属低氮、高氮处理下产量均较高的双高效型, 340 属低氮高效型自交系, 00 冬属高氮高效型自交系, C8605 属低氮、高氮处理下产量均较低的双低效率型自交系。通径分析表明, 在 3 个施氮处理中氮吸收效率对氮效率的作用均大于氮利用效率对氮效率的作用, 且低氮下吸收效率对氮效率的作用大, 高氮下利用效率对氮效率的作用大。

关键词: 玉米; 自交系; 产量; 氮效率

中图分类号: S513.062

文献标识码: A

Analysis on Nitrogen Use Efficiency of Different Maize Inbreds

GUAN Yi-xin¹, MA Xing-lin¹, XIANG Chun-yang², LING Bi-ying¹(1. *Institute of Crop Breeding and Cultivation, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China*; 2. *Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing 158308, China*)

Abstract: Eight maize inbreds were collected and evaluated for their NUE (nitrogen use efficiency) under four N rates. The result showed that significant difference existed among inbreds in grain yield, biomass and N uptake. According to NUE, Huang C was belong to double high efficiency which presented high yield under both high and low nitrogen rate. 340 was high efficiency only in low N application, 00 Dong was high efficiency only in high N application, C8605 was belong to double low efficiency which presented low yield under both high and low nitrogen rate. Path analysis showed that the direct effect of N uptake contributed to NUE was bigger than that of N utilization under three N application levels, and The bigger effect contributed to NUE was N uptake in lower N and N utilization in high N.

Key words: Maize; Inbred; Yield; NUE

由于许多玉米品种氮效率较低, 生产中的实际施氮量已远远超过最佳经济施肥量, 并且由于环境胁迫(如干旱)、 NO_3^- -N 淋失、 NH_3 损失与反硝化作用等导致氮肥损失相当严重。这一方面经常造成玉米生长盛期氮素营养不足, 氮肥效益明显下降。另一方面氮肥的过量使用不仅会造成农民的经济损失, 而且也会导致农田土壤的地下水污染 (Schepers, et al. 1987)。有研究表明, 玉米自交系对氮肥反应存在差异^[1~3], 本试验利用 8 个典型的玉米常用自交系,

研究其对氮素反应的生理机制, 为玉米氮效率的育种实践提供材料和依据, 以适应我国玉米生产发展的需要。

1 材料与方法

1.1 试验地点及土壤的基本状况

试验地点是中国农业科学院作物所昌平试验基地, 供试土壤系潮土, 土壤 pH (H_2O)8.1, 有机质 18.087 g/kg, 全氮 1.030 g/kg, 全磷(P)0.718 g/kg, 碱解氮 121.367 mg/kg, 速效磷(Olsen-P)8.117 mg/kg, 速效钾($\text{NH}_4\text{OAC-K}$)63.248 mg/kg, 均采用常规法测定。

1.2 试验材料

供试材料为初选出的 8 个玉米自交系, 分别是 CA112、340、137、K12、黄 C、00 冬、178 和 C8605。

收稿日期: 2003-10-23

基金项目: 本研究受国家科技“十五”攻关项目(2001BA507A, 2001BA50CA)、北京市自然科学基金资助

作者简介: 关义新(1968-), 男, 山东省乐平县人, 副研究员, 博士, 从事玉米栽培研究工作。

Tel: 010-68918545 E-mail: guanyixin@263.net

1.3 试验处理

2001 年采用随机区组试验设计,每个自交系种植 6 行,行距 0.55 m,株距 0.30 m,行长 6.5 m。4 个供氮水平,施纯氮分别为: N_1 区为 0 kg/hm²(对照), N_2 区为 120 kg/hm² (低氮), N_3 区为 240 kg/hm² (中氮), N_4 区为 360 kg/hm²(高氮),共计 32 个处理,每一个处理重复 3 次。水分供应及磷、钾素的施用以充分满足玉米生长发育需要为标准,磷、钾素以基肥形式一次性施入,各处理的施用量相同, P_2O_5 及 K_2O 均为 195 kg/hm²。

1.4 测定项目

成熟期每小区取样 2 行×5 m,测产。每小区取样 3 株,植株分成茎、鞘、叶、雄穗、苞叶和子粒几部分,烘干,粉碎,测定植株的生物量和氮浓度。

1.5 分析方法

氮浓度:用瑞士布兹仪器公司生产的 BüCHI 322/342 型自动定氮分析仪测定。

氮收获指数:子粒氮含量/植株总吸氮量。

收获指数:子粒产量/植株地上部干物重量。

吸氮量(氮累积量):地上部各器官中含氮量之和。

氮效率:产量/施氮量。

氮吸收效率:植株总吸氮量/施氮量(这里 N_2 、 N_3 和 N_4 略去土壤中原有的氮)。

以子粒产量为基础的氮利用效率(UtEG):子粒产量/吸氮量。

以上各性状数据均采用 SPSS10 及 Amos 统计软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同玉米自交系的产量、生物量和氮累积量的方差分析

表 1 不同玉米自交系的产量、生物量和氮累积量的方差分析

变异来源	自由度	产 量	成 熟 期	
			生物量	氮累积量
重 复	2	不显著	不显著	不显著
处 理	3	1%显著	1%显著	1%显著
自交系	7	1%显著	1%显著	1%显著
自交系×处理	21	不显著	5%显著	5%显著

不同玉米自交系的产量、生物量和氮累积量的方差分析结果表明(表 1),重复之间差异不显著,各种氮处理之间成熟期的生物量和氮累积量达极显著差异水平,产量达显著差异水平。成熟期的生物量和氮累积量在自交系间达极显著差异水平,产量达显

著差异水平。产量、生物量和氮累积量的差异基本上是由自交系和氮处理所形成的。

2.2 不同玉米自交系氮效率类型的划分

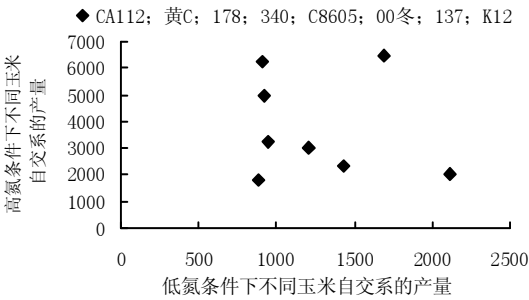


图 1 对高氮(N_4)和低氮(N_2)下自交系的产量进行 NUE 分类

图 1 表明,以 N_2 、 N_4 施氮处理的产量为基础,可以将供试的玉米自交系划分为 4 种氮效率类型。低氮(N_2)、高氮(N_4)处理下产量均较高的双高效型黄 C;低氮处理下产量较高、高氮处理下产量较低的低氮高效型 340;低氮下产量低、高氮下产量较高的高氮高效型 00 冬;低氮下产量较低、高氮处理下产量也较低的双低效型 C8605。

2.3 不同玉米自交系在不同施氮水平下的氮效率

表 2 不同氮水平下玉米自交系的氮效率 %

处 理	施氮量 (kg/hm ²)	自交系	吸收效率	利用效率	氮效率
N_2	120	CA112	0.60	59.68	7.67
		黄 C	0.73	57.32	14.07
		178	0.69	50.25	7.87
		340	0.84	53.47	17.57
		C8605	0.61	40.21	7.32
		00 冬	0.60	53.42	7.60
		137	0.69	50.39	10.07
		K12	0.72	48.26	11.91
		平均	0.68	51.62	10.51
		CA112	0.37	41.63	13.69
N_3	240	黄 C	0.50	46.82	18.00
		178	0.28	42.10	8.80
		340	0.42	39.21	14.00
		C8605	0.24	30.26	6.15
		00 冬	0.48	32.34	16.08
		137	0.31	31.52	9.79
		K12	0.34	34.26	10.12
		平均	0.37	37.27	12.08
		CA112	0.25	20.43	13.75
		黄 C	0.33	30.89	18.01
N_4	360	178	0.22	18.29	9.00
		340	0.18	33.67	5.60
		C8605	0.15	19.23	5.05
		00 冬	0.33	20.22	17.39
		137	0.22	23.20	8.45
		K12	0.21	26.38	6.50
		平均	0.24	24.05	10.47

不同玉米自交系在不同施氮水平下的吸收效率、利用效率和氮效率结果(表 2)表明,随施氮量的

增加,氮吸收效率呈现明显的下降趋势,其不同处理下的平均值分别是 N_2 为 0.68, N_3 为 0.37, N_4 为 0.24;氮利用效率也呈现下降趋势,但下降趋势相对较小,平均值分别为 67.31、51.62 和 33.63。而氮效率在不同玉米自交系间随施氮量的增加,有不同的变化趋势。

根据不同氮水平下的 NUE 对自交系进行聚类分析(图 2),可分为 4 类,其中黄 C 在 3 个供氮水平下均表现出较高的氮效率,且随施氮水平的增加氮效率增加。178、137、K12 和 C8605 在 3 种供氮水平下氮效率较低,随供氮水平增加,氮效率下降。CA112 和 00 冬在低氮水平下氮效率较低,但随施氮水平的增加氮效率增加。340 在低氮下具有较高的氮效率,随供氮水平增加,氮效率快速下降。

氮处理(kg/hm²)

图 2 不同氮水平下玉米自交系氮效率的聚类分析

2.4 不同玉米自交系在 3 个氮处理下的氮效率构成因素分析

表 3 3 个氮水平下玉米自交系氮效率构成因素的通径分析

通 径	施氮水平	直接通径系数	间接通径系数	相关系数
氮吸收效率对氮效率	N_2	0.915 2		0.933 8**
	N_3	0.796 1		0.981 4**
	N_4	0.606 7		0.969 8**
通过氮利用效率	N_2		0.018 5	
	N_3		0.185 1	
	N_4		0.363 1	
氮利用效率对氮效率	N_2	0.147 8		0.262 5
	N_3	0.256 4		0.831 3**
	N_4	0.429 7		0.942 4**
通过氮吸收效率	N_2		0.114 6	
	N_3		0.512 7	
	N_4		0.574 9	

注:决定系数 $R^2(N_2)=0.893\ 4$, $R^2(N_3)=0.994\ 5$, $R^2(N_4)=0.993\ 4$;
** 表示 1%显著水平。

对氮效率与吸收效率、利用效率作通径分析(表 3)。结果表明,在 3 个施氮处理中,氮吸收效率对氮效率的直接作用要大于氮利用效率对氮效率的直接作用,随施氮量增加,氮吸收效率对氮效率的直接作用要减小,而氮利用效率对氮效率的直接作用要增

大。随施氮量增加,氮吸收效率通过氮利用效率的间接作用与氮利用效率通过氮吸收效率的间接作用均要增大。氮吸收效率和氮利用效率对氮效率的作用均是直接作用大于间接作用。

在 3 个施氮处理条件下,氮吸收效率与氮效率的相关系数均达极显著正相关。而氮利用效率与氮效率的相关性在 N_2 处理中不明显,在 N_3 和 N_4 处理中达极显著正相关,且 N_4 处理比 N_3 处理的相关系数要大。

3 结论与讨论

通径分析表明,在 3 个施氮处理中,氮吸收效率对氮效率的作用要大于氮利用效率对氮效率的作用。随施氮量增加,氮吸收效率对氮效率的直接作用要减小,而氮利用效率对氮效率的直接作用增大。随施氮量增加,氮吸收效率通过氮利用效率的间接作用与氮利用效率通过氮吸收效率的间接作用均增大。

在自交系的选育过程中,按照农艺性状优良、一般配合力高和遗传纯合三个基本要求进行选择。农艺性状的选择是多方面的,包括植株性状、产量性状、品质性状、各种抗逆性、生育特性和开花结实特性等。在选育过程中应根据作物品种不同、育种目标不同,着重对主要农艺性状进行严格的选择。本试验结果表明,玉米自交系在不同施氮处理下产量有显著差异。与氮效率选育目标相结合,选择其相应自交系进行杂交、回交,进一步对与氮效率相关的性状做遗传力分析。

以不同供氮水平下自交系的产量进行直方图分析和以不同自交系的氮效率进行聚类分析,对自交系氮效率的分类结果基本相同,基本上可分为 4 种类型,即低氮高效、高氮高效的双高效型玉米自交系黄 C;低氮高效型的玉米自交系 340;高氮高效型的玉米自交系 00 冬;低氮低效、高氮低效的双低效型的玉米自交系 C8605。这表明利用产量的直方图分析,可以有效地提高氮效率的研究和分类,提高鉴定效率。

参考文献:

[1] 陈范骏,米国华,刘建安,等. 玉米自交系木质部伤流液中氮素形态差异及其与氮效率的关系[J]. 中国农业科学,1999,32(5):43-48.
[2] 曹敏建,衣莹,佟占昌,等. 耐低氮胁迫玉米的筛选与评价[J]. 玉米科学,2000,8(4):64-69.
[3] Balko L G, Russell W A. Effects of rates nitrogen fertilizer on maize inbred lines and hybrids progeny. I. Correlations among agronomic traits. Maydica, 1980, 25: 65-79.