

文章编号: 1005-0906(2010)01-0112-04

氮对玉米杂交种 $F_{2:4}$ 家系秸秆品质性状及分离特性的影响

刘宗华, 王艳朋, 王长成, 牛付安, 胡彦民, 汤继华

(河南农业大学农学院, 郑州 450002)

摘要: 在施氮和不施氮两种条件下, 对农大 108 $F_{2:4}$ 家系秸秆主要品质性状中的粗蛋白(CP)、粗脂肪(CF)、酸性洗涤纤维(ADF)和中性洗涤纤维(NDF)含量进行了初步分析。结果表明, 两种氮肥处理之间以及不同家系之间营养成分含量差异均达极显著水平; 增施氮肥有利于提高秸秆的粗蛋白和粗脂肪的含量, 降低酸性洗涤纤维和中性洗涤纤维的含量; 两种氮水平条件下, 不同家系之间秸秆各主要营养成分含量的变异性分离均符合正态分布, 并存在不同程度的双向超亲分离; 不同基因型的玉米对氮素的敏感性各异。相关分析表明, 无论在施氮或不施氮条件下, CP 与 CF 以及 ADF 与 NDF 分别呈极显著正相关(平均 $r=0.42$ 和 0.95), 而 CP 与 ADF、NDF 均呈极显著负相关(平均 $r=-0.58$ 和 -0.62)。

关键词: 玉米; $F_{2:4}$ 家系; 品质性状; 分离特性**中图分类号:** S513.062; S513.01**文献标识码:** A

Effects of Stalk Quality Traits and Segregation Characteristic of $F_{2:4}$ Lines on Maize Hybrid Under Two-nitrogen Conditions

LIU Zong-hua, WANG Yan-peng, WANG Chang-cheng, NIU Fu-an, HU Yan-min, TANG Ji-hua

(College of Agronomy, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: Four main quality traits of stalk including crude protein(CP), crude fat(CF), acid detergent fiber(ADF) and neutral detergent fiber(NDF) of $F_{2:4}$ lines derived from an elite maize hybrid Nongda108 were analyzed in this investigation under nitrogen application and no nitrogen application conditions. The results showed that highly significant differences were observed between the two nitrogen treatments and also among family lines in the 4 nutrient contents. Applying nitrogen may increase the contents of CP and CF in stalk, but decrease the contents of ADF and NDF. The variance segregation of stalk nutrients of $F_{2:4}$ lines were in normal distributions and with over parent segregation in some degree. The sensitivity to nitrogen fertilization varied with maize genotypes. The correlation analysis showed that highly significant positive correlations existed between CP and CF, as well as ADF and NDF($r=0.42$, $r=0.95$) respectively, while CP had highly significant negative correlations with ADF and NDF($r=-0.58$, $r=-0.62$).

Key words: Maize; $F_{2:4}$ family lines; Quality trait; Segregation characters

随着畜牧业的发展, 饲料紧缺问题日益突出, 发

展青饲玉米是解决食草家畜饲料短缺的重要途径。普通玉米秸秆是一种非常规性饲料资源, 其质地粗硬、适口性差、消化率低、营养价值不高, 提高其营养价值是一个亟待解决的问题。大量研究表明, 影响饲用秸秆品质的主要性状有体外干物质消化率(IVDMD)、酸性洗涤纤维(ADF)、中性洗涤纤维(NDF)、粗蛋白(CP)、粗脂肪(CF)、可溶性糖(WSC)等。白琪林等相关分析表明, IVDMD 与 ADF、NDF 呈极显著负相关, 与 CP、CF 和 WSC 呈显著或极显著正相关^[1]。**收稿日期:** 2009-04-05**基金项目:** 国家高技术研究发展计划 (863 计划) 项目(2006AA100103)、国家自然科学基金(30871537)、河南省重点科技攻关(082102140021)**作者简介:** 刘宗华(1960-), 男, 河南三门峡人, 博士, 教授, 主要从事玉米遗传育种研究工作。Tel: 0371-63558127

E-mail: zhliu100@163.com

提高秸秆 CP 和 CF 的含量,适当降低 ADF 和 NDF 的含量,对于提高 IVDMD 和 WSC 的含量、增进秸秆饲用品质有重要作用。氮素是植物最重要的营养元素之一,对促进营养体生长,提高子粒产量和蛋白质含量起重要作用^[2~5]。研究表明,氮素的施用量与玉米子粒蛋白质含量有很大关系^[6~7],并且不同基因型的玉米对氮肥的利用率存在明显的差异^[8~10]。不同供氮水平对普通玉米秸秆营养品质影响的研究报道并不多见^[11~12],尤其缺乏氮对分离群体秸秆品质影响的研究。本研究以农大 108 的 F_{2:4} 家系为试验材料,在施氮和不施氮两种条件下对普通玉米秸秆的粗蛋白、粗脂肪、酸性洗涤纤维和中性洗涤纤维含量进行分析,研究氮素对普通秸秆品质性状的影响及其与遗传的关系,为改进普通玉米秸秆的品质性状提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料与土壤条件

以生产上大面积推广的优良玉米杂交种农大 108(黄 C × 许 178)为基础材料,经连续多代自交,获得 203 份 F_{2:4} 家系。播种前取 0~20 cm 表层土样,用鲍士旦介绍的常规分析方法^[13]测定土壤的基础肥力,土壤有机质 8.52 g/kg、全氮 0.78 g/kg、速效磷 8.6 mg/kg、速效钾 69.2 mg/kg。根据华北地区土壤氮的丰

缺指标,供试土壤缺乏氮素营养^[14]。

1.2 田间设计与品质测定

2005 年在新郑八千乡进行夏播,前茬小麦,地力均匀。采取裂区设计,以施氮(对照)和不施氮为主处理,供试家系材料作为副处理。2 次重复,单行区,行长 4 m,行距 60 cm,每行 15 株。播前不施底肥,苗期施氮和不施氮处理均施 P₂O₅(过磷酸钙) 67.5 kg/hm²、K₂O (硫酸钾)101.3 kg/hm²,大喇叭口期仅对照施纯氮(尿素)175 kg/hm²。其他管理同大田。成熟期果穗收获后,每区收获 5 株茎秆风干,用粉碎机混合粉碎,过 60 目孔筛子。利用 BRUKER 公司生产的 MATRIX-I 型近红外分析仪,根据魏良明等^[15]建立的近红外反射光谱(NIRS)定量分析模型,测定秸秆样品 CP、CF、ADF 和 NDF 含量,每个样品测定 3 次,取平均值。采用 Excel 2003 软件进行数据常规处理,用 SPSS 12.0 软件进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 秸秆品质性状的方差分析

表 1 方差分析结果表明,氮水平和家系之间秸秆的 4 种营养成分含量均存在极显著差异。说明氮素对玉米秸秆中的粗蛋白、粗脂肪、酸性洗涤纤维和中性洗涤纤维的含量均有明显影响,不同基因型家系之间对氮素反应也存在本质性差异。

表 1 F_{2:4} 家系秸秆主要营养成分含量的 F 检验结果
Table 1 F test results of main nutrients on stalks of F_{2:4} family lines

变异来源 Variation source	F 值 F-value				F _{0.05}	F _{0.01}
	CP	CF	ADF	NDF		
氮水平	510.27**	36.92**	33.50**	64.05**	3.86	6.71
F _{2:4} 家系	3.25**	2.35**	2.39**	2.37**	1.24	1.36

注：*、** 表示差异分别达 0.05 和 0.01 显著水平。下表同。
Note: *, ** indicate the significant level at 0.05 and 0.01, respectively. The same as the following tables.

2.2 秸秆中主要营养成分含量

从表 2 看出,在施氮条件下,杂种 F₁ 和 F_{2:4} 家系秸秆的 CP 和 CF 含量均居双亲含量之间,但 CP 偏向低值亲本,而 CF 偏向高值亲本。表明 CP 和 CF 两性状符合数量性状遗传特点由多基因控制,但是控制 CP 含量的基因存在一定的负向优势,而控制 CF 含量的基因则有一定的正向优势。就秸秆 ADF 和 NDF 含量而言,F₁ 和 F_{2:4} 家系均高于高值亲本,表现出明显的正向杂种优势,如 F₁ 和 F_{2:4} 家系 ADF 的超亲优势率分别达 5.93%和 5.10%,NDF 的超亲优势率分别达 7.21%和 4.48%。在不施氮条件下,在

杂种 F₁ 和 F_{2:4} 家系秸秆中,除 CF 含量表现超高亲以外,其他 3 种营养成分含量的变化趋势与在施氮情况下的基本一致。
在两种氮素处理条件下,秸秆中 4 种营养成分含量发生显著变化。无论双亲或者杂种后代,在施氮条件下 CP 和 CF 的含量均高于不施氮条件(如 F_{2:4} 家系分别提高 1.68 和 0.09 个百分点);而 ADF 和 NDF 含量的变化恰恰相反,表现施氮条件下的低于不施氮条件(如 F_{2:4} 家系分别减少 0.86 和 1.23 个百分点)。表明增施氮肥有利于提高秸秆中 CP 和 CF 的含量,而降低 ADF 和 NDF 的含量。

表 2 亲本、F₁ 及 F_{2:4} 家系秸秆主要营养成分含量

Table 2 Main nutrient contents on stalks of parents and their F₁ and F_{2:4} family lines %

氮水平 N level	成 分 Content	F ₁	亲 本 Parents		F _{2:4} 家系 F _{2:4} Family lines			
			许 178	黄 C	变异范围 Range of V.	平均数 ± 标准差 Mean ± σ	偏 度 Skewness	峰 度 Kurtosis
施 氮	CP	8.53	8.06	12.82	6.16 ~ 12.17	9.52 ± 1.14	0.01	-0.27
	CF	0.97	0.85	0.98	0.40 ~ 1.50	0.98 ± 0.20	-0.05	0.03
	ADF	44.28	41.28	41.80	38.02 ~ 49.09	43.93 ± 2.00	-0.22	0.52
	NDF	74.36	69.36	69.24	66.71 ~ 79.10	72.47 ± 2.10	0.02	0.35
不施氮	CP	7.83	7.80	9.78	5.36 ~ 11.55	7.84 ± 1.05	0.33	0.49
	CF	0.89	0.79	0.85	0.42 ~ 1.47	0.89 ± 0.21	0.07	-0.52
	ADF	44.97	43.24	42.89	19.09 ~ 50.17	44.79 ± 2.11	0.02	-0.16
	NDF	75.10	72.05	70.52	67.70 ~ 80.25	73.70 ± 2.16	0.07	0.04

2.3 F_{2:4} 家系秸秆品质性状的分离特性

在两种不同的氮素处理条件下,F_{2:4} 家系秸秆 4 种营养成分含量的次数分布见图 1。结合表 2 可知,由于粗蛋白、粗脂肪、酸性洗涤纤维和中性洗涤纤维的偏度和峰度的绝对值均小于 1,表明秸秆中测定的 4 个品质性状变异均符合正态分布,是由微效多基因控制的数量性状。根据数量性状基因效应可以累加的特点,在品质育种的亲本选择过程中,必须重视双亲有关品质成分的含量,其双亲平均值越

高,越有利于高含量组合的选育。F_{2:4} 家系 4 种营养成分含量的变异范围较大,除施氮条件下 CP 为超低亲分离外,其他性状无论施氮或不施氮均表现双向超亲分离,并且不施氮条件下的变异范围更大。表明在分离的后代群体当中,由于基因发生重组,扩大了变异和选择的范围,在保证一定抗倒伏能力前提下,选择秸秆中 CP 和 CF 含量较高、ADF 和 NDF 含量相对较低的材料是完全有可能的。

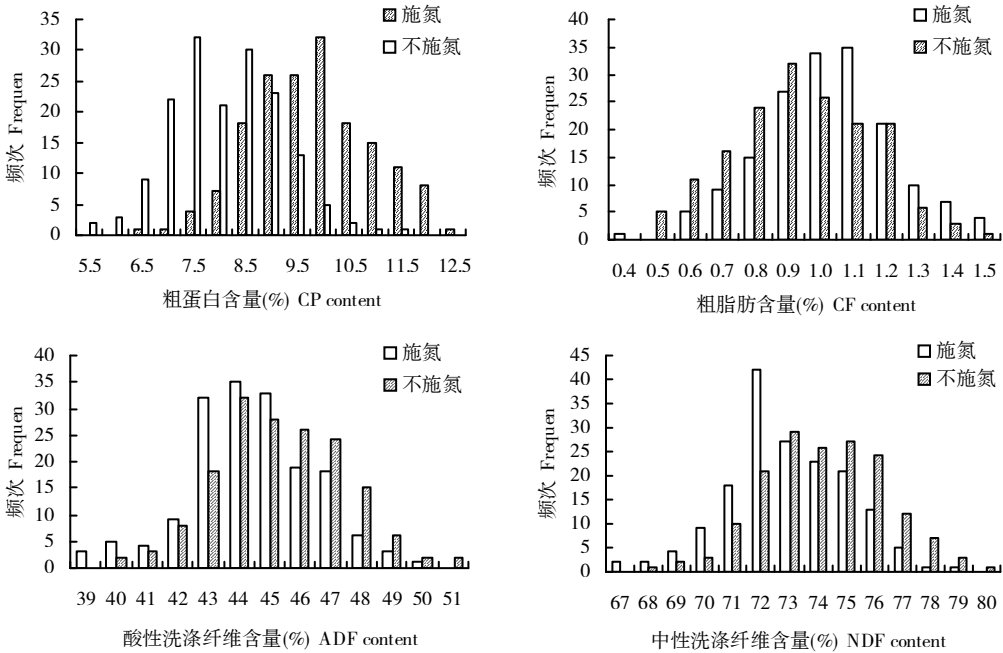


图 1 施氮和不施氮条件下 F_{2:4} 家系秸秆主要营养成分含量的分布

Fig.1 Distribution of main nutrient contents on stalks of F_{2:4} lines under nitrogen application and no nitrogen application conditions

2.4 F_{2:4} 家系秸秆主要营养成分之间的相关性分析
由表 3 可以看出,在两种氮水平下,CP 与 CF

呈极显著正相关,相关系数分别达到 0.41 和 0.43,而与 ADF 和 NDF 分别呈极显著负相关;ADF 与

NDF 呈极显著正相关, 相关系数分别达到 0.96 和 0.94;CF 与 ADF 的相关性不显著,但在不施氮条件下,与 NDF 呈极显著负相关。表明增施 N 肥不仅有利于促进秸秆中粗蛋白含量提高,同时也有利于促进粗脂肪含量的提高,相应使秸秆中的酸性洗涤纤维和中性洗涤纤维含量降低,增强适口性。

表 3 F_{2:4} 家系秸秆主要营养成分之间的相关系数

Table 3 Correlative coefficient among main nutrients on stalks of F_{2:4} family lines

营养成分 Nutrient	CP	CF	ADF
CF	0.41**(0.43**)		
ADF	-0.51**(-0.65**)	0.04(-0.15)	
NDF	-0.53**(-0.70**)	0.02(-0.16*)	0.96**(0.94**)

注：括号内数据为不施氮条件下相关系数；括号外数据为施氮条件下相关系数。

Note: Data in/out parenthesis refers to the correlation coefficient under N-/N+ condition respectively

3 结论与讨论

氮作为植物重要的营养要素，不仅影响生物产量的形成，同时影响其营养品质的优劣。吴进东等认为,合格的青贮玉米饲料蛋白质含量应高于 7%，粗纤维含量应低于 35%^[6]。从饲料营养角度来讲,青贮玉米营养丰富,适口性好,而普通玉米的秸秆其蛋白质含量并不低,但由于纤维素含量较高,所以适口性较差。从本研究结果来看,施氮与不施氮处理相比,4 种秸秆营养成分均存在极显著差异,说明增施氮肥可以显著提高秸秆粗蛋白和粗脂肪含量,降低中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维的含量。显然,在不影响经济产量和综合效益的前提下,通过合理施肥可以增进秸秆品质。

不同基因型材料对氮素的敏感性不同。如不施氮条件下,许 178 和黄 C 的 CP 含量分别为 7.80% 和 9.78%，而在施氮条件下分别增至 8.06% 和 12.82%，而 ADF 含量分别下降 4.53% 和 2.54%。不同遗传背景的品种或自交系其秸秆营养含量可能存在明显的差异,对氮素的敏感性也不同。这与辛杭书等的研究结果基本一致^[17]。另外,本研究结果表明,在施氮和不施氮条件下,F_{2:4} 家系群体秸秆的粗蛋白、粗淀粉、中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维的分离特

点均符合正态分布,而且各品质性状大多存在不同程度的双向超亲分离,表明秸秆的 4 个主要营养品质性状是由微效多基因控制的数量性状,存在广泛的遗传变异性。因此,在饲料玉米新品种选育过程中,通过遗传重组和改良选育秸秆营养丰富的饲料品种是完全有可能的。

参考文献:

[1] 白琪林,陈绍江,戴景瑞.我国常用玉米自交系秸秆品质性状及其相关分析[J].作物学报,2007,33(11):1777-1781.

[2] Jokela W E, Randall G W. Corn yield and residual soil nitrate as affected by time and rate of nitrogen application[J]. Agron. J, 1989, 81: 720-726.

[3] McCullough D E, Girardin P, Mihajlovic M, et al. Influence of N supply on development and dry matter accumulation of an old and a new maize hybrid[J]. Can. J. Plant Sci., 1994, 74: 471-477.

[4] Chevalier P, Schrader L E. Genotypic differences in nitrate absorption and partitioning of N among plant parts in maize[J]. Crop Sci., 1977, 17: 897-901.

[5] Pérez Leroux H A J, Long S P. Growth analysis of contrasting cultivars of *Zea mays* L. at different rates of nitrogen supply[J]. Ann. Bot., 1994, 73: 507-513.

[6] 宁堂原,焦念元,李增嘉,等.施氮水平对不同种植制度下玉米氮利用及产量和品质的影响[J].应用生态学报,2006,17(12):2332-2336.

[7] 阮培均,马俊,梅艳,等.不同密度与施氮量对玉米品质的影响[J].中国农学通报,2004,20(6):147-149.

[8] 徐祥玉,张敏敏,翟丙年,等.夏玉米氮效率基因型差异研究[J].植物营养与肥料学报,2006,12(4):495-499,522.

[9] 向春阳,关义新,凌碧莹,等.玉米氮素效率基因型差异的研究进展[J].玉米科学,2002,10(1):75-77.

[10] 周联东,贪海燕,李得孝,等.玉米氮营养效率基因型差异研究[J].西北农业学报,2003,12(1):21-24.

[11] 张吉旺,王空军,胡昌浩,等.施氮时期对夏玉米饲用营养价值的影响[J].中国农业科学,2002,35(11):1337-1342.

[12] 易镇邪,王璞,张红芳,等.氮肥类型与施用量对夏玉米产量与品质性状的影响[J].玉米科学,2006,14(2):130-133.

[13] 鲍士旦.土壤农化分析[M].北京:中国农业出版社,2000.

[14] 刘芷宇,唐永良,罗质超.主要作物营养失调症状图谱[M].北京:农业出版社,1982.

[15] 魏良明,姜海鹰,李军会,等.玉米杂交种品质性状的近红外光谱分析技术研究[J].光谱学与光谱分析,2005,25(9):1404-1407.

[16] 吴进东,陈云波,孙武.添加尿素对青贮玉米秸秆品质的影响[J].皖西学院学报,2007,23(5):87-89.

[17] 辛杭书,赵遵阳,任丽萍,等.不同品种及不同成熟期的青贮玉米秸秆营养成分及体外发酵评定[J].反刍动物营养学报,2007(74):3583-3597.

(责任编辑:朴红梅)