

## 施氮量对不同饲用高粱品种茎秆 品质性状的影响

罗 峰, 高建明, 裴忠有, 孙守钧\*

(天津农学院 农学系, 天津 300384)

**摘要:** 以 3 个饲用高粱品种为材料, 设置 4 个施氮水平, 研究了施氮量对其茎秆品质性状的影响。结果表明, 粗蛋白和粗脂肪含量随生育进程不断增加, 均在拔节后 52 d 达到最高值, 粗纤维含量呈现先降低后升高的趋势。3 个品种粗蛋白含量随施氮量的递增呈先增加后降低的趋势, 在 N2 处理时达到最高值; 粗纤维含量随施氮量的递增而递增; 在乳熟期和蜡熟期, 3 个品种粗脂肪含量 N3 与 N0 处理间差异均达显著水平。粗蛋白和粗纤维存在正向超亲优势或正向中亲优势, 二者超亲优势最高分别可达 55.35% 和 2.99%; 粗脂肪则表现出负向超亲优势或负向中亲优势。施用氮肥可改进饲用高粱的品质, 每公顷施纯氮 280 kg 时其品质最佳。

**关键词:** 施氮量; 饲用高粱; 茎秆品质性状; 积累

**中图分类号:** S514 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2013)01-0032-04

## Effects of Nitrogen Rate on Quality Properties of Stem in Three Forage Sorghum Cultivars

LUO Feng, GAO Jian-ming, PEI Zhong-you, SUN Shou-jun\*

(Department of Agronomy, Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384, China)

**Abstract:** Three forage sorghum cultivars were used to study the effects of nitrogen rate on quality properties of stems by setting four nitrogen levels. The results showed that the content of crude protein and fat increased continuously with the developing stages, reaching the highest value at 52 days after jointing, while the content of crude fiber decreased firstly and increased subsequently. The crude protein content increased with the increase of nitrogen rate, but decreased when the nitrogen rate exceeded the critical point, N2 treatment being the highest. The crude fiber content increased by degrees with the nitrogen rate, and had significant difference between N3 and N0 treatment at milk stage and dough stage for the 3 cultivars. The crude protein and crude fiber had the positive over-parent heterosis or mid-parent heterosis, the highest value of over-parent heterosis being 55.35% and 2.99%, respectively. However, the crude fat showed the negative over-parent heterosis or negative mid-parent heterosis. The nitrogen fertilization could improve the quality of forage sorghum. The best forage quality came from the treatment of 280 kg/ha pure nitrogen.

**Key words:** nitrogen rate; forage sorghum; stem quality properties; accumulation

随着畜牧业的迅速发展, 许多地区对饲料的需求大幅度增加。饲用高粱作为暖季型一年生饲料作

物, 与其他作物相比具有许多优点: 其植株粗壮高大, 茎秆多汁且茎叶繁茂, 主要营养成分如可消化蛋

收稿日期: 2012-07-19

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2007BAD42B03); 天津市科技支撑计划项目(12ZCZDNC00100)

作者简介: 罗 峰(1980-), 男, 黑龙江哈尔滨人, 助理研究员, 硕士, 主要从事饲用高粱遗传育种研究。

E-mail: luofeng1868@yahoo.com.cn

\* 通讯作者: 孙守钧(1961-), 男, 山东文登人, 教授, 博士, 主要从事饲用作物遗传育种研究。

白、粗脂肪、无氮浸出物及生物产量等都相当于玉米,且有较好的适口性<sup>[1]</sup>;抗逆性强、适应性广,较抗叶部病害及黑穗病,在一般的耕地和轻盐碱地均可种植<sup>[2]</sup>。氮是植物需求量最大的营养元素之一,由于禾本科植物自身不具备固氮能力,其生长发育所需的氮主要依靠根系从土壤中吸收。通常条件下,土壤中可利用的氮往往难以满足禾本科牧草高产优质的需要,以施肥方式补充土壤氮是牧草优质高产的有效措施之一<sup>[3]</sup>。前人研究表明,施用氮肥对饲用玉米、饲用黑麦、无芒雀麦、白草等作物的饲用品质能够产生一定的影响<sup>[4-7]</sup>。目前,关于施用氮肥对饲用高粱产量及氮素积累等方面影响的研究相对较多<sup>[8-10]</sup>,而施氮对其饲用品质的影响报道较少。因此,研究了施氮量对饲用高粱品种茎秆品质性状的影响,旨在通过合理施用氮肥提高饲用高粱的品质,为优质饲用高粱的生产提供依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验地概况

试验于 2010 年在天津农学院农学系试验地进行。土质为亚黏土,土壤有机质 13 00 g/kg、全氮 0.72 g/kg、碱解氮 36.98 mg/kg、速效磷 6.42 mg/kg、速效钾 148.21 mg/kg、pH 值 8.03。

### 1.2 试验品种

供试饲用高粱品种为天津农学院选育的天农 2 号杂交种及其父本 TS175 和母本 623A。

### 1.3 试验设计

试验采用随机区组排列,重复 3 次,行长 10 m,行距 0.5 m,每小区面积为 20 m<sup>2</sup>。底肥施磷酸二铵 150 kg/hm<sup>2</sup>;追肥为尿素,折合成纯 N 分为 N0 (0 kg/hm<sup>2</sup>)、N1 (70 kg/hm<sup>2</sup>)、N2 (280 kg/hm<sup>2</sup>)、N3 (490 kg/hm<sup>2</sup>) 4 个水平,拔节期一次性追施。其他管理同大田生产。

### 1.4 测定内容及方法

分别在抽穗开花期(拔节后 10 d)、乳熟期(拔节后 24 d)、蜡熟期(拔节后 38 d)和完熟期(拔节后 52 d)取样,每个处理随机选取具代表性的植株 5 株,将植株茎秆在 105 ℃ 下杀青 30 min,再于 65 ℃ 下烘干至恒质量,样品粉碎过 0.63 mm 孔径样品筛。采用概略养分分析法测定各性状含量<sup>[11]</sup>。粗蛋白含量采用凯氏定氮法,粗纤维含量采用酸碱消煮法,粗脂肪含量采用索氏增重法测定。分别计算上述性状的超亲优势及中亲优势<sup>[12]</sup>。计算公式如下:

超亲优势 =  $(F_1 - HP)/HP \times 100\%$ ; 中亲

优势 =  $(F_1 - MP)/MP \times 100\%$

式中,HP 为高亲值,MP 为双亲平均值, $F_1$  为杂交种某一数量性状的观察值。

## 2 结果与分析

### 2.1 施氮量对饲用高粱茎秆品质性状的影响

2.1.1 粗蛋白含量 从表 1 可以看出,在不同施氮水平下饲用高粱茎秆粗蛋白含量都随生育进程的推进而增加,并在拔节后 52 d(即完熟期)达到最大值,即饲用高粱此时饲用价值最高。

施用氮肥后,不同生育时期各处理的粗蛋白含量均较不施肥处理有所增加,说明施用氮肥有利于提高饲用高粱茎秆的粗蛋白含量。但研究结果表明,粗蛋白含量随着施氮量的递增呈先增加后降低的趋势,不同生育时期各处理粗蛋白含量均表现为  $N_2 > N_3 > N_1 > N_0$ ,且多重比较结果显示,各生育时期  $N_2$  处理与  $N_0$  处理间差异达显著水平。由此可见,在一定的施氮量范围内,饲用高粱茎秆粗蛋白含量随着施氮量的递增而递增,但超过某一临界点时,粗蛋白含量反而随着施氮量的增加而下降。因此,生产上不能为追求粗蛋白的含量而盲目地增加施氮量,否则会降低氮肥利用效率。

表 1 不同施氮水平下饲用高粱茎秆粗蛋白含量 %

品种	处理	抽穗开花期	乳熟期	蜡熟期	完熟期
天农 2 号	N0	1.64b	1.79c	2.28b	3.54b
	N1	2.78a	3.17b	4.29a	5.08ab
	N2	4.61a	5.60a	6.45a	7.71a
	N3	3.72a	4.93a	5.64a	6.05a
TS175	N0	1.05c	1.69c	1.99b	2.35b
	N1	2.13b	2.87b	3.04b	3.27b
	N2	4.05a	4.36a	4.99a	5.94a
	N3	2.97b	3.54b	4.27a	4.87ab
623A	N0	0.78b	1.29b	2.12b	2.28b
	N1	1.24ab	1.76b	2.83b	2.97a
	N2	2.36a	2.84a	3.59a	3.96a
	N3	1.87ab	2.12a	2.77b	3.27a

注:表中同品种同生育时期各处理间不同小写字母表示差异达到 5% 显著水平,下同。

2.1.2 粗纤维含量 由表 2 可见,整个生育期内不同处理茎秆粗纤维含量呈现先降低后升高的趋势,并且完熟期的含量均比抽穗开花期略有增加,最低值出现在乳熟期或蜡熟期。在乳熟期和蜡熟期时,营养物质多向籽粒运输,因此,茎秆生长相对较慢,粗纤维含量呈现不同程度的下降。施用氮肥后各处理的粗纤维含量均高于  $N_0$  处理(对照),说明施用

氮肥可以增加饲用高粱茎秆粗纤维的含量,且从抽穗开花期至完熟期,粗纤维含量均表现为  $N_3 > N_2 > N_1 > N_0$ ,可见在这段时期内粗纤维含量随施氮量的递增而递增。多重比较结果表明,整个生育期内  $N_3$  处理与  $N_0$  处理间的差异均达显著水平。在完熟期,天农 2 号 4 个处理间差异都达到了显著水平,而 TS175 和 623A 只有个别处理间差异达到了显著水平。此外,在整个生育期内,生育前期不同处理间粗纤维含量的差异不大,而生育后期差异则相对较大。

表 2 不同施氮量水平下饲用高粱茎秆粗纤维含量 %

品种	处理	抽穗开花期	乳熟期	蜡熟期	完熟期
天农 2 号	N0	35.30b	33.65c	33.03c	35.84d
	N1	36.57a	34.62b	35.08b	36.85c
	N2	36.77a	34.96b	36.88a	37.66b
	N3	37.28a	35.63a	37.14a	38.90a
TS175	N0	34.62c	33.14c	33.82c	35.02c
	N1	35.62b	33.96b	34.28b	36.31b
	N2	35.80b	34.01b	35.54b	36.70b
	N3	36.26a	34.89a	36.70a	37.77a
623A	N0	33.78c	32.65b	33.88b	34.93b
	N1	34.28a	33.86b	34.68b	35.37b
	N2	34.87a	34.17a	34.79ab	35.98a
	N3	35.26b	34.77a	35.48a	36.69a

2.1.3 粗脂肪含量 由表 3 可见,从整个生育期来看,随着饲用高粱生育期的推进,不同处理茎秆粗脂肪含量大体上都呈逐渐增加的趋势,但从乳熟期至蜡熟期,各处理粗脂肪含量增加缓慢。整个生育期内均表现为  $N_1$ 、 $N_2$ 、 $N_3$  处理的粗脂肪含量高于  $N_0$  处理(对照),说明施用氮肥后饲用高粱茎秆的粗脂

肪含量有所提高。但是,粗脂肪含量并不都是随着施氮水平的递增而递增,只有在乳熟期和完熟期,粗脂肪含量表现为  $N_3 > N_2 > N_1 > N_0$ ,而在抽穗开花期和蜡熟期粗脂肪含量出现了  $N_1 > N_2$  或  $N_2 > N_3$  的情况。多重比较结果显示,乳熟期和蜡熟期 3 个品种  $N_3$  处理与  $N_0$  处理间差异均达显著水平;完熟期 TS175 的  $N_3$  处理与其他 3 个处理间差异达显著水平,天农 2 号和 623A 处理间差异均不显著。综上所述,从整个生育期来看, $N_3$  处理条件下 3 个品种粗脂肪含量综合表现最好,说明每公顷施纯氮 490 kg 可最大程度地增加饲用高粱茎秆粗脂肪的含量。

表 3 不同施氮量水平下饲用高粱茎秆粗脂肪含量 %

品种	处理	抽穗开花期	乳熟期	蜡熟期	完熟期
天农 2 号	N0	0.76b	1.22b	1.44b	1.93a
	N1	0.88b	1.36ab	1.53ab	2.05a
	N2	0.85b	1.49a	1.71a	2.20a
	N3	1.10a	1.59a	1.67a	2.36a
TS175	N0	0.81a	1.50b	1.63b	1.85b
	N1	0.95a	1.72ab	1.83ab	1.99b
	N2	0.94a	1.72ab	1.65b	2.11b
	N3	0.98a	1.88a	2.21a	2.43a
623A	N0	0.95b	1.44b	1.68b	2.33a
	N1	1.13ab	1.54b	1.75ab	2.47a
	N2	1.32a	1.90a	1.80ab	2.59a
	N3	1.21a	1.94a	1.92a	2.66a

## 2.2 饲用高粱品质性状的杂种优势分析

为了分析不同饲用高粱品种各性状之间的差异,对天农 2 号杂交种的杂种优势进行分析。结果

表 4 天农 2 号各品质性状的杂种优势分析

%

性状	超亲优势				中亲优势			
	N0	N1	N2	N3	N0	N1	N2	N3
粗蛋白	50.63	55.35	29.79	24.22	52.59	62.82	55.76	29.83
粗纤维	2.34	1.49	2.62	2.99	2.46	2.82	3.63	4.49
粗脂肪	-17.17	-17.00	-15.06	-11.28	-7.66	-8.07	-6.38	-7.45

(表 4)表明,不同施氮量下杂交种粗蛋白含量表现出较高的正向超亲优势(24.22%~55.35%),中亲优势为 29.83%~62.82%,并且  $N_1$  处理的超亲优势和中亲优势最大。粗纤维含量也表现出正向超亲优势,但相对较小,仅在 1.49%~2.99%,其中  $N_3$  处理超亲优势和中亲优势最大。所有处理粗脂肪含

量的超亲优势和中亲优势均为负值,说明其存在负向超亲优势或负向中亲优势。

## 3 结论与讨论

本研究结果表明,不施氮肥和施用氮肥时,饲用高粱茎秆粗蛋白和粗脂肪积累动态一致,均随生育进

程增加;粗纤维的积累与前两者不同,其含量呈现出先降低后升高的趋势,并在完熟期达到最高值。

施氮量对饲用高粱茎秆各品质性状有一定的影响。研究表明:在一定的施氮量范围内,粗蛋白含量随着施氮量的递增而递增,但超过某一临界点时,粗蛋白含量反而随着施氮量的增加而下降, $N_2$  处理的粗蛋白含量最高;从抽穗开花期至完熟期,粗纤维含量都随施氮量的递增而递增;对粗脂肪来说,其含量并不都随着施氮量的递增而递增,但在乳熟期和蜡熟期  $N_3$  处理显著大于  $N_0$  处理。氮是作物的主要营养元素之一,但由于土壤中可利用的氮往往难以满足饲用高粱生长和发育的需要,因此,通过施用氮肥补充土壤中的氮是生产高产优质饲用高粱的有效措施<sup>[3]</sup>。本研究结果表明,施用氮肥可以明显改善粗蛋白和粗脂肪这 2 个主要品质指标,但与此同时也增加了粗纤维的含量,这不利于牲畜对营养成分的消化和吸收。综合分析认为,在  $N_2$  处理,即每公顷施纯氮 280 kg 时,饲用高粱茎秆粗蛋白含量最高,粗脂肪含量较高,且粗纤维含量适中,其饲用品质最佳。

饲用高粱杂种优势的利用是其育种的重要途径之一。本研究对饲用高粱茎秆的品质性状进行了杂种优势分析,结果表明,粗蛋白和粗纤维这 2 个性状存在正向超亲优势或正向中亲优势,且粗蛋白优势较高,超亲优势最高可达 55.35%;粗脂肪则表现出负向超亲优势或负向中亲优势。

#### 参考文献:

- [1] 徐艳,杨巍,李文镭,等. 发展饲草高粱前景展望[J]. 杂粮作物,2006,26(2):152-153.
- [2] 李建平,郭孝. 饲用高粱的特性及其加工与利用[J]. 河南畜牧兽医,2008,29(1):28-29.
- [3] Jung G A, Lilly B, Shih S C. Studies with sudangrass. I. Effect of growth stage and level of nitrogen fertilizer upon yield of dry matter, estimated digestibility of energy, dry matter and protein, amino acid composition, and prussic acid potential[J]. Agronomy Journal, 1994,56(3): 533-537.
- [4] 怡书静,薛吉全,张仁和,等. 不同时期氮肥比对饲用玉米产量和品质的影响[J]. 西北农业学报,2006,15(1):56-59.
- [5] 李志坚,周道玮,胡跃高. 不同施肥水平与组合对饲用黑麦生产性能的影响研究 II. 对饲用黑麦质量的影响[J]. 草业学报,2005,14(4):72-81.
- [6] 车敦仁,郎百宁,王大明,等. 施氮水平对无芒雀麦产量和营养成分含量的影响[J]. 中国草业科学,1987,4(5):11-16.
- [7] Joseph C Burns. Nitrogen and defoliation management: Effects on yield and nutritive of flaccidgrass[J]. Agronomy Journal,1998,90:85-92.
- [8] 张晓艳,刘锋,王风云,等. 施氮对杂交苏丹草植株硝态氮累积及产量的影响[J]. 草地学报,2009,17(3):327-331.
- [9] 韩娟,刘大林,赵国琦,等. 施氮对高丹草产量及氮素利用分配的影响[J]. 草业科学,2010,27(3):93-97.
- [10] 王秉龙,罗世武,炎宽将,等. 氮磷钾配施水平对饲用甜高粱产量的影响[J]. 甘肃农业科技,2010(12):12-14.
- [11] 杨胜. 饲料分析及饲料质量检测技术[M]. 北京:农业大学出版社,1993:121-130.
- [12] 张天真. 作物育种学总论[M]. 北京:中国农业出版社,2003:148.