

施氮对江淮地区饲用玉米产量形成的调控研究*

史文娟¹ 董召荣^{1**} 汪本忠² 戴明伙² 连亚楠¹ 方 玉¹ 姚佐文¹

(1. 安徽农业大学农学院 合肥 230036; 2. 肥东县农业技术推广中心 肥东 231600)

中图分类号: S513.062 文献标识码: A 文章编号: 1671-3990(2010)03-0674-03

Regulating effect of nitrogen application on yield formation of forage maize in the Jianghuai Area

SHI Wen-Juan¹, DONG Zhao-Rong¹, WANG Ben-Zhong², DAI Ming-Huo²,
LIAN Ya-Nan¹, FANG Yu¹, YAO Zuo-Wen¹

(1. College of Agronomy, Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China; 2. Agricultural Technology Extension Center of Feidong County, Feidong 231600, China)

(Received Nov. 12, 2009; accepted March 18, 2010)

玉米是重要的粮食、饲料和经济作物,世界约70%~75%玉米籽粒用作饲料^[1]。长期以来,我国把玉米作为粮食作物而重视其籽粒产量,忽视数量极大的玉米秸秆的饲用品质改良与整株利用研究^[2]。我国饲用玉米的研究起步较晚,且多集中在品种选育方面,近年来关于栽培因子对饲用玉米产量影响的研究报道开始增多^[3-5]。众多研究结果表明通过栽培技术调控饲用玉米物质生产过程可以提高其产量和营养价值^[6-8]。随着人们经济生活水平的不断提高,畜牧业尤其是奶牛养殖业的迅速发展,特别是我国加入世贸组织后,玉米产业面临一个新的发展时期,发展专用玉米已经成为今后玉米产业调整、结构调优的主攻方向。饲用玉米具有高产、稳产、高效、适应性强、适宜大面积栽培、容易管理、农民愿意接受等诸多优点,发展饲用玉米具有广阔的市场空间,饲用玉米种植面积逐年扩大,与饲用玉米品种相配套的栽培技术日益受到广泛重视^[9]。安徽省是我国中部地区农业大省,近年来畜牧业尤其是奶牛养殖业有很大发展,蒙牛、伊利、光明等乳业公司落户安徽,为安徽省饲用玉米的大面积种植提供了广阔的发展前景。但目前安徽省缺少产量高、品质好、综合抗性强的优质饲用玉米品种以及相配套的

高产栽培技术,制约了饲用玉米的种植和推广,影响奶牛养殖效益的提高。饲料饲草短缺问题日趋严峻,严重影响了该区域农牧业高效、协调、持续发展。本研究在饲用玉米品种比较试验的基础上,以具有推广应用前景的“瑞德 2 号”为材料,研究氮肥运筹对饲用玉米农艺性状和产量的影响,旨在为该地区饲用玉米的大面积推广和氮肥科学施用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验于 2008 年在安徽省肥东县农业科技示范场内进行。肥东县属北亚热带季风气候,气候温和,雨量适中,光照充足,适宜多种农作物生长。试验地地势平坦,肥力中等,前茬作物为油菜。

1.2 供试品种

供试玉米品种为“瑞德 2 号”,原名“瑞德 002”,2006 年 4 月通过山西省农作物品种审定委员会审定。该品种生育期 123 d,株高 365 cm,总叶片数 26 片,幼苗为绿色,叶鞘为紫色,根系发达,分蘖性强,成穗率高,属分蘖多穗型品种,抗病性好、高产、稳产、适应性强。

* 国家科技支撑计划课题(2009BADA6B06, 2008BAD96B12)和安徽省科技厅科技项目(09030503030)资助

** 通讯作者: 董召荣(1960 ~), 男, 硕士, 教授, 主要研究方向为耕作与作物生理生态。E-mail: d3030@163.com

史文娟(1984~), 女, 在读硕士, 主要从事饲用作物栽培生理生态研究。E-mail: sapphire-aau@163.com

收稿日期: 2009-11-12 接受日期: 2010-03-18

1.3 试验设计

试验设施氮量(C)和基追比例(D)两个因素, 施入的氮肥为尿素。施氮量(C)分3个水平, 即 C1 300 kg(N) · hm⁻², C2 450 kg(N) · hm⁻², C3 600 kg(N) · hm⁻²; 基追比例(D)分3个水平, D1 基追比为 7 : 3, D2 基追比为 6 : 4, D3 基追比为 5 : 5。共 9 个处理, 3 次重复, 随机区组设计。小区长 10 m, 宽 2 m, 面积 20 m²。玉米行长 2 m, 行距 0.5 m, 每个小区种 20 行, 每行种 7 株, 株距 0.285 m, 70 035 株 · hm⁻², 四周设保护行。6 月 25 播种, 播后用除草剂进行封闭除草, 其他管理同大田生产, 追肥在大喇叭口期进行。

1.4 样品采集

分别在拔节期、大喇叭口期、抽雄期采集整株样品, 称取鲜重, 并测量株高、叶宽、茎粗等, 之后按茎叶等不同部位分开, 105 °C 杀青 15 min, 80 °C 烘干后称取干物质重。

分别于拔节期和乳熟期, 每个处理选择生长整齐一致的植株, 利用 CCM-200 叶绿素仪在田间测定玉米旗叶的叶绿素含量。每个小区选 3 株, 每株读数 3 次, 取 9 次平均值。

1.5 数据处理

试验数据采用 DPS 和 Excel 进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 施氮对饲用玉米植株形态的影响

2.1.1 对饲用玉米株高的影响

株高是形成饲用玉米生物产量的重要因素, 高秆、粗茎、叶片宽大且肥厚是饲用玉米具有较高生物产量的基础。由表 1 可知, “瑞德 2 号”株高随施肥总量的增加而增加, 施 600 kg(N) · hm⁻² 条件下的植株株高极显著高于其他施肥处理, 但同一施氮量不同基追比间差异不显著。在施肥总量相同而氮肥基追比不同时, 植株株高差异不显著, 说明施氮总量对饲用玉米植株高度影响较大。

2.1.2 对饲用玉米叶宽和茎粗的影响

由表 1 可知, 施氮总量对饲用玉米的茎粗和叶

表 1 施氮对饲用玉米植株形态的影响

Tab. 1 Influence of nitrogen application on plant morphology of forage maize cm

处理 Treatment	茎粗 Stem diameter	叶宽 Leaf width	株高 Plant height
C1D1	7.4dC	7.6dB	302.9cE
C1D2	7.5cdC	7.7dB	305.2cDE
C1D3	7.8cdBC	7.6dB	306.6cDE
C2D1	8.0bcdABC	8.2bcdAB	324.3bCD
C2D2	8.1bcdABC	8.1bcdAB	325.3bCD
C2D3	8.3abcABC	8.1bcdAB	330.3bBC
C3D1	8.7abAB	8.9abcA	348.8aAB
C3D2	9.1aA	9.0abA	351.3aA
C3D3	9.0aA	9.1aA	356.2aA

宽影响较大, 随着总施氮量的增加, 饲用玉米的茎粗、叶宽相应增加, 3 种施氮量处理间差异显著或者极显著。当施氮肥量为 600 kg(N) · hm⁻²、基追比例不同时, 饲用玉米的茎粗差异不明显, 未达到显著水平。说明饲用玉米植株生长所需氮肥量较大, 增加施氮总量可显著增加植株叶片的宽度和茎粗, 有利于饲用玉米生物产量的提高。

2.2 施氮对饲用玉米叶绿素含量的影响

由表 2 可知, 在拔节期和乳熟期, 叶绿素 SPAD 值随施氮量的增加呈增加趋势。在拔节期, 叶绿素 SPAD 值施 600 kg(N) · hm⁻² 处理为 31.249, 施 450 kg(N) · hm⁻² 处理为 29.974, 施 300 kg(N) · hm⁻² 处理为 27.022, 拔节期 C3D1、C2D3 的叶绿素 SPAD 值均较高, 两者之间差异不显著, 与其他处理均达显著水平。在乳熟期, 叶绿素 SPAD 值施 600 kg(N) · hm⁻² 处理为 31.557, 施 450 kg(N) · hm⁻² 处理为 28.356, 施 300 kg(N) · hm⁻² 处理为 24.767, 不同施氮量处理间差异均达显著水平。说明增施氮肥有助于提高饲用玉米拔节期和乳熟期的叶绿素 SPAD 值。

表 2 施氮对不同时期饲用玉米叶绿素 SPAD 值的影响
Tab. 2 Influence of nitrogen application on chlorophyll content (SPAD value) of forage maize at different growth periods

处理 Treatment	拔节期 Jointing stage	乳熟期 Milk stage
C1D1	24.713e	24.650e
C1D2	27.707d	25.417de
C1D3	28.647cd	24.233e
C2D1	29.760bcd	28.133cd
C2D2	28.167d	27.967cd
C2D3	31.994ab	28.967bc
C3D1	33.080a	30.873abc
C3D2	30.727bc	31.267ab
C3D3	29.940bcd	32.567a

不同基追比对拔节期和乳熟期的叶绿素 SPAD 值有较大影响。在拔节期, 450 kg(N) · hm⁻² 处理和 300 kg(N) · hm⁻² 处理随施氮期后移, 叶绿素 SPAD 值呈增加趋势且差异达显著水平, 而 600 kg(N) · hm⁻² 处理叶绿素 SPAD 值则随施氮期后移而降低。在乳熟期, 各施氮处理叶绿素 SPAD 值均以基追比例 5 : 5 或 6 : 4 处理最高, 但差异大多未达显著水平。说明在 300~450 kg(N) · hm⁻² 处理水平下, 施氮期后移有助于提高饲用玉米拔节期叶绿素含量, 对乳熟期叶绿素形成有一定帮助, 但差异不显著, 仍处于同一水平。

2.3 施氮对饲用玉米植株鲜物质量、干物质量的影响

由表 3 可知, 在大喇叭口期、抽雄期和乳熟期, 饲用玉米“瑞德 2 号”的地上部鲜物质量、干物质量随氮肥施用量的增加而增加。乳熟期 600 kg(N) · hm⁻²、450 kg(N) · hm⁻² 和 300 kg(N) · hm⁻²

表 3 施氮对饲用玉米各时期鲜物质质量及干物质质量的影响

Tab. 3 Influence of nitrogen application on fresh weight and dry weight of forage maize at different growth periods $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$

处理 Treatment	鲜物质质量 Fresh weight			干物质质量 Dry weight		
	大喇叭口期 Big flare stage	抽雄期 Tasselling stage	乳熟期 Milk stage	大喇叭口期 Big flare stage	抽雄期 Tasselling stage	乳熟期 Milk stage
C1D1	5 089.2cd	51 697.5c	68 004.0d	569.4bc	6 892.2f	15 800.1c
C1D2	5 217.6bcd	55 047.5bc	74 354.1bcd	521.7c	7 579.9ef	15 815.7c
C1D3	4 538.3d	57 428.7bc	70 408.3cd	520.2c	8 384.8bcd	15 896.6c
C2D1	5 873.6abc	57 382.0bc	80 843.5bc	618.0bc	7 923.1de	16 900.8c
C2D2	5 336.7bcd	55 199.3bc	80 937.3bc	596.3bc	7 957.0de	17 097.4bc
C2D3	5 383.4abcd	59 389.7bc	83 154.7b	599.1bc	8 170.0cde	17 240.9bc
C3D1	6 515.6a	56 494.9bc	94 407.2a	755.1a	8 725.7abc	18 577.1ab
C3D2	6 373.2ab	66 871.8ab	96 391.3a	701.5ab	9 088.3ab	18 766.0a
C3D3	6 116.4abc	73 128.2a	96 788.4a	646.8abc	9 376.8a	18 816.5a

处理玉米地上部鲜物质产量和干物质产量差异显著,说明饲用玉米对氮肥需求量大,增加氮肥施用量可以提高饲用玉米的鲜物质产量和干物质产量。在大喇叭口期,随氮肥施肥期的后移,饲用玉米植株鲜物质产量和干物质产量均有降低的趋势,可能是基肥施用量不足,影响了饲用玉米的前期生长,导致鲜物质产量和干物质产量降低,而且在施氮水平较低的处理该趋势比较明显,部分达到显著水平,在施氮水平较高的处理间差异未达到显著水平。在抽雄期和乳熟期,饲用玉米的植株鲜物质产量和干物质产量基本表现为基追比 5 5 处理 > 6 4 处理 > 7 3 处理,表明饲用玉米后期随氮肥施用期的后移,植株鲜物质产量和干物质产量均增加,可能是饲用玉米在大喇叭口期追施氮肥,促进了后期饲用玉米的生长,有利于延长上部叶片的功能期,减少叶绿素的降解,饲用玉米绿色叶片的光合时间延长,从而增加饲用玉米植株的鲜物质产量和干物质产量,在低施氮水平处理表现更为明显。

3 结论与讨论

饲用玉米具有生物产量高、营养丰富、加工制成青贮后适口性好、营养价值高等特点,在我国农区养殖业尤其是奶牛养殖中占有重要地位^[10]。而氮素是饲用玉米产量和品质形成的关键要素,增加氮肥施用量可以提高饲用玉米的产量^[10-11]。饲用玉米“瑞德 2 号”的地上部鲜物质产量、干物质产量随氮肥施用量的增加而增加,乳熟期最高鲜物质总产量平均为 $96\ 788.4\ \text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,干物质总产量平均为 $18\ 816.5\ \text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,表现出高氮效应。山东省种植的“中单 9409”饲用玉米干物质产量最高为 $33\ 829.9\ \text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,比“瑞德 2 号”干物质产量高,可能是“瑞德 2 号”在乳熟期干物质积累没有完成,故干物质产量相对较低。在新疆昌吉地区种植的“农大 108”成熟期最大鲜物质产量为 $69\ 334.5\ \text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,低于“瑞德 2 号”,最大干物质产量为 $26\ 083.5\ \text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,

与“瑞德 2 号”相比,干物质产量较高,这可能是因为山东、新疆地区纬度较高,光照条件优于江淮地区。但“瑞德 2 号”水分含量较高,适口性较好^[12]。“瑞德 2 号”在抽雄期和乳熟期,饲用玉米的植株鲜物质产量和干物质产量基本表现为基追比 5 5 处理 > 6 4 处理 > 7 3 处理,表明氮肥后移使饲用玉米的鲜物质产量和干物质产量增加,与刘克礼等^[6]、邵书静等^[13]在其他研究中得到的结果一致。

参考文献

- [1] 薛吉全. 秦巴山地玉米研究[M]. 西安: 陕西人民出版社, 2003
- [2] 董树亭, 宋建成. 山东省玉米质量型发展战略探讨[J]. 玉米科学, 2001, 9(1): 1-5
- [3] 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
- [4] 王永军, 王空军, 董树亭, 等. 氮肥用量、时期对墨西哥玉米产量及饲用品质的影响[J]. 中国农业科学, 2005, 38(3): 492-497
- [5] Moll R H, Kamprath E J, Jackson W A. Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization[J]. Agronomy Journal, 1982, 74: 562-564
- [6] 刘克礼, 高聚林, 吕淑果, 等. 不同类型玉米饲用栽培物质生产特性研究[J]. 玉米科学, 2004, 12(增刊): 41-44, 53
- [7] 彭泽斌, 田志国. 我国粮饲兼用型玉米的产业现状与发展战略[J]. 作物杂志, 2004(3): 4-6
- [8] 朱霞, 杨文钰, 任万君. 粮饲兼用型玉米全株饲用营养价值及其调控[J]. 草业学报, 2005, 14(5): 92-98
- [9] 于宝海. 饲用玉米发展前景[J]. 中国牧业通讯, 2004(21): 62-63
- [10] 薛吉全. 玉米高产理论和技术途径之概述与展望[J]. 作物研究, 1993, 7(1): 46-49
- [11] 马国胜, 薛吉全, 路海东, 等. 不同类型饲用玉米品种群体生理指标的研究[J]. 草业学报, 2006, 15(5): 70-75
- [12] 王爽, 章建新, 王俊铃, 等. 不同施氮量对饲用玉米产量和品质的影响[J]. 新疆农业大学学报, 2007, 30(1): 17-20
- [13] 邵书静, 薛吉, 张仁和, 等. 不同时期氮肥配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, 99