

DOI: 10.11829/j.issn.1001-0629.2015-0071

伊斯拉依·达吾提, 安沙舟, 艾尼瓦尔·艾山. 播种量与施氮量对夏播苏丹草生产性能的影响[J]. 草业科学, 2015, 32(10): 1648-1652.

Yisilayi · dawuti, AN Sha-zhou, Ainiwaer · aishan. Effects of seeding rate and nitrogen rate on productivity of summer sowing Sudangrass[J]. Pratacultural Science, 2015, 32(10): 1648-1652.

播种量与施氮量对夏播苏丹草 生产性能的影响

伊斯拉依·达吾提¹, 安沙舟¹, 艾尼瓦尔·艾山²

(1. 新疆农业大学草业与环境科学学院, 新疆草地资源与生态重点实验室, 新疆 乌鲁木齐 830052;

2. 新疆农业大学外事处, 新疆 乌鲁木齐 830052)

摘要:本研究以新苏2号苏丹草(*Sorghum sudanense* ‘Xinsu No.2’)为研究对象, 研究播种量与施氮量对夏播新苏2号苏丹草生产性能的影响。结果表明, 当磷肥的施用量一定时, B₁(播种量为 22.5 kg · hm⁻²)和 N₃(施氮量为 550 kg · hm⁻²)处理对株高的增长最有利; B₁处理对主茎直径的增粗和单株分蘖数的增加最有利; B₂(播种量为 45 kg · hm⁻²)和 N₂(施氮量为 415 kg · hm⁻²)处理对干草产量最有利, 总干草产量分别达到 19 200.0 和 19 744.5 kg · hm⁻²; B₃(播种量为 67.5 kg · hm⁻²)和 N₂处理的粗蛋白增产效果最佳, 总粗蛋白产量分别达到 1 607.03和1 572.00 kg · hm⁻²。从干草和粗蛋白产量来综合考虑, B₃(播种量为 67.5 kg · hm⁻²) + N₂(施氮量为 415 kg · hm⁻²)是提高夏播苏丹草生产性能的最佳处理组合。

关键词:新苏2号苏丹草; 播种量; 施氮量; 干草产量; 粗蛋白产量

中图分类号: S816; S544⁺.104.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0629(2015)10-1648-05*

Effects of sowing rate and nitrogen rate on productivity of summer sowing Sudangrass

Yisilayi · dawuti¹, AN Sha-zhou¹, Ainiwaer · aishan²

(1. Collage of Pratacultural and Environmental Science, Xinjiang Agricultural University, Key Laboratory of Grassland Resource and Ecology in Xinjiang, Urumqi 830052, China;

2. Foreign Affairs Office, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China)

Abstract: The effect of sowing rate and nitrogen fertilizing rate on productivity of Sudangrass (*Sorghum sudanense* ‘Xinsu No.2’) were studied in this research. The results showed that when the phosphate fertilizing rate was fixed, the highest plant height obtained at B₁ (sowing rate 22.5 kg · ha⁻¹) and N₃ (nitrogen fertilizing rate 550 kg · ha⁻¹), the biggest stem diameter and maximum tillers number obtained at B₁ (sowing rate 22.5 kg · ha⁻¹), the highest hay yield obtained at B₂ (sowing rate 45 kg · ha⁻¹) and N₂ (nitrogen fertilizing rate 415 kg · ha⁻¹), the total hay yield respectively reached 19 200.0 and 19 744.5 kg · ha⁻¹, the highest crude protein yield obtained at B₃ (sowing rate 67.5 kg · ha⁻¹) and N₂ (nitrogen fertilizing rate 415

* 收稿日期: 2015-01-28 接受日期: 2015-05-05

基金项目: 新疆现代化畜牧业试验示范项目“昌吉市阿什里乡现代草地畜牧业试验示范项目”

第一作者: 伊斯拉依·达吾提(1982-), 男(维吾尔族), 新疆阜康人, 中级畜牧师, 在读博士生, 主要从事饲料生产加工及新饲料资源开发的研究。E-mail: israyil228@aliyun.com

通信作者: 艾尼瓦尔·艾山(1958-), 男(维吾尔族), 新疆库车人, 教授, 博士, 主要从事动物营养与饲料科学的研究。

E-mail: ainiwaru@126.com

kg · ha⁻¹), the total crude protein yield respectively reached 1 607.03 kg · ha⁻¹ and 1 572.00 kg · ha⁻¹. Taking the hay and crude protein yield into consideration, the best treatment combination was B₃ (sowing rate 67.5 kg · ha⁻¹) + N₂ (nitrogen fertilizing rate 415 kg · ha⁻¹).

Key words: Xinsu No.2 Sudangrass; sowing rate; nitrogen fertilizing rate; fresh matter production; crude protein production

Corresponding author: Ainiwaer · aishan E-mail: ainiwaru@126.com

我国的蛋白质资源严重短缺,蛋白质的短缺成为影响我国畜牧业可持续发展的瓶颈^[1]。动物通过采食饲草,消化吸收饲草的蛋白质转化为动物蛋白质,没有氮素就没有动物蛋白质产物^[2]。因此,饲草氮素含量的高低是衡量牧草品质的重要指标。国内外大量研究证明,氮素在提高饲草产量和品质方面作用明显,施氮肥不但可以提高牧草的产量,还可以增加牧草干物质蛋白质的含量^[3]。但施氮量过多,病虫害的发病率也会增多^[4]。播种量也显著影响着苏丹草的产量和品质^[5]。

我国自20世纪50年代引种苏丹草(*Sorghum sudanense*)以来,尤其是90年代以后,在畜牧业和渔业生产中逐步表现出无可替代的优点,草业工作者对苏丹草的研究利用关注度不断提高^[6]。近年来,施肥与播种量对春播苏丹草产量影响的研究比较多^[7-13],但关于施氮量与播种量对夏播苏丹草生产性能的影响研究鲜见报道。

新苏2号苏丹草(*S. sudanense* ‘Xinsu No.2’)品种是1991年11月经全国牧草品种审定委员会审定通过的国家注册品种,属一年生禾本科牧草,株型直立、高大,长势强,叶片边缘呈波状弯曲,株高225~270 cm,生育期99~105 d(出苗至成熟),我国南北方均适宜于该品种种植,特别适合于肥地或多肥多水的条件下种植,丰产性表现突出。因其产量高、营养丰富而被广泛用于饲养草食家畜^[14]和养鱼^[15]等,具有显著的经济价值^[16-17]。本研究以新疆本地品种新苏2号苏丹草为研究对象,旨在探明施氮量与播种量对夏播苏丹草生产性能的影响,以期确定较适宜的施氮量及播种量,发挥该品种在夏季播种的增产潜力,为该品种大面积推广应用提供科学依据,同时为新疆种植业结构调整提供有力的技术支撑。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

试验于2010年在新疆麦盖提县央塔克乡先锋

村二组进行。研究区地处77°22′—79°22′ E、38°23′—39°36′ N。大陆性气候特征极其明显,年平均气温10.9~13.1℃,年活动积温4 469~4 914℃·d,平均蒸发量为2 335.3 mm,温度的年日变幅大,年日照时数为2 460~3 111 h,年降水量在6.9~87 mm。常年无霜期214 d。试验前土壤有机质含量7.7 g · kg⁻¹,碱解氮含量16.89 mg · kg⁻¹,速效磷含量3 mg · kg⁻¹,土壤含钾量262.5 mg · kg⁻¹。

1.2 试验材料

苏丹草品种为新苏2号;氮肥为尿素(N≥46%)。

1.3 试验设计与方法

采取裂区试验设计。播种量(B)为主处理,设3个水平:22.5、45和67.5 kg · hm⁻²(分别用B₁、B₂、B₃代表);施氮量(N)为副处理,设3个水平:275、415和550 kg · hm⁻²(分别用N₁、N₂、N₃代表)。以随机区组排列主区试验,在主区内随机排列副区试验,共9个处理,3次重复,27个小区,小区面积4 m×3 m。试验数据采用SPSS 20.0软件进行方差分析(裂区试验的统计方法)。

2010年6月18日整地,6月19日按主区设计的播种量播种,各处理中磷肥用量300 kg · hm⁻²,一次性基施,氮肥运筹为基肥(6月18日)、拔节肥(7月25日)、第1茬后(8月2日)、第2茬后(9月3日)体积比为1:1:1:1,施完肥及时浇水,每茬浇水两次,每次灌水量550 m³ · hm⁻²。采用人工条播方式播种,行距30 cm,播深3 cm,播种后镇压。第1、第2茬在抽穗初期刈割,第3茬在拔节期刈割。留茬高度10 cm左右。

1.4 测定项目及方法

播前对苏丹草种子做发芽试验和千粒重的测定,测定其发芽率以指导播种量。测得的种子发芽率平均值为81%,种子千粒重平均值为10.62 g。每个小区随机选取10株苏丹草,刈割前数出每株基部分蘖数,用游标卡尺测量从根部算起的第1节统一位置的茎秆粗度,用钢卷尺测量植株基部到顶部的

绝对高度。在苏丹草处于抽穗期刈割,各小区分别选取中间4行,现场测量其鲜重,并取样烘干后测定样本的干鲜比,根据干鲜比计算各小区的干物质产量。用凯氏定氮法测定粗蛋白含量,并根据公式:粗蛋白产量=干物质产量×牧草粗蛋白含量,计算出每个小区的粗蛋白产量。采用SPSS 20.0进行统计分析,结果以“平均值±标准误”表示。

2 结果与分析

2.1 播种量与施氮量对苏丹草株高的影响

对不同播种量及施氮量的株高结果进行方差分析(表1),可以看出3茬草的株高随播种量的增加有降低的趋势,第1茬 B_1 与 B_2 间差异显著($P < 0.05$), B_2 与 B_3 间无显著差异($P > 0.05$),第2、第3茬, B_1 与 B_2 、 B_3 间差异极显著($P < 0.01$), B_2 与 B_3 间无显著差异($P > 0.05$)。3茬草的株高随施氮量的增加而逐渐增长,表现为 $N_3 > N_2 > N_1$,不同施氮量处理间差异均极显著($P < 0.01$)。从结果可以得出以下规律,同茬、施氮量相同的情况下,株高随播

种量的增加有降低趋势;同茬、播种量相同情况下,随氮肥量的增加株高有增长趋势。说明, B_1 和 N_3 对株高的增长最有利。

2.2 播种量与施氮量对苏丹草主茎直径的影响

对不同播种量及施氮量的主茎直径结果进行方差分析(表1)可知,3茬草的主茎直径随播种量的增加有变细的趋势。除了第1茬 B_1 与 B_2 间差异显著($P < 0.05$)外,其他不同播种量处理间均差异极显著($P < 0.01$)。第1茬,主茎直径从大到小表现为 $N_1 > N_3 > N_2$,各处理间差异极显著,第2茬, N_2 、 N_3 极显著大于 N_1 ,前两者间无显著差异($P > 0.05$),第3茬,不同施氮量处理间无显著差异。从结果可以得出以下规律,即同茬、施氮量相同的情况下,主茎直径随播种量的增加有降低趋势;主茎直径随施氮量的增加无明显的规律。说明 B_1 播种量对主茎直径的增粗最有利,施氮量多少对主茎直径影响不大。

2.3 播种量与施氮量对苏丹草单株分蘖数的影响

不同播种量处理对3茬草的单株分蘖数影响有相同的规律(表1),即同茬、施氮量相同的情况下单

表1 不同播种量与施氮量间株高、主茎直径及单株分蘖数的比较

Table 1 Comparison of plant height, stem diameter and individual plant tillers treated with different sowing rate and nitrogen rate

指标 Parameter	处理 Treatment	第1茬 First cutting	第2茬 Second cutting	第3茬 Third cutting
株高 Plant height/cm	B_1	184.20±9.6Aa	191.80±13.8Aa	122.60±6.4Aa
	B_2	181.20±9.2ABb	190.00±10.2Bb	120.60±6.1Bb
	B_3	182.40±11.1Bb	189.70±11.7Bb	121.00±5.0ABb
	N_1	169.80±2.4Cc	175.20±1.8Cc	115.90±2.0Cc
	N_2	186.70±2.9Bb	196.10±2.9Bb	119.80±1.4Bb
	N_3	191.40±1.7Aa	200.10±4.6Aa	128.40±2.7Aa
主茎直径 Mainstem diameter/cm	B_1	0.73±0.02Aa	0.73±0.01Aa	0.58±0.01Aa
	B_2	0.72±0.02Ab	0.71±0.01Bb	0.55±0.01Bb
	B_3	0.64±0.03Bc	0.63±0.02Cc	0.52±0.01Cc
	N_1	0.72±0.03Aa	0.67±0.06Bb	0.55±0.03Aa
	N_2	0.67±0.05Cc	0.70±0.05Aa	0.54±0.03Aa
	N_3	0.69±0.05Bb	0.70±0.04Aa	0.55±0.02Aa
单株分蘖数 Individual plant tillers	B_1	3.98±0.12Aa	5.73±0.10Aa	6.23±0.16Aa
	B_2	3.70±0.11Bb	5.17±0.19Bb	5.27±0.20Bb
	B_3	3.53±0.09Cc	4.50±0.19Cc	4.87±0.10Cc
	N_1	3.78±0.21Aa	5.10±0.53Bb	5.53±0.57Aa
	N_2	3.67±0.20Ab	5.03±0.65Bb	5.47±0.73Aa
	N_3	3.77±0.23Aab	5.27±0.45Aa	5.37±0.56Bb

注:同列不同大写字母和不同小写字母分别表示同一指标不同播种量或施氮量处理间差异极显著($P < 0.01$)或显著($P < 0.05$)。下同。

Note: Different capital letters and lower case letters within the same column for the same parameter indicate significant difference among different sowing rate of nitrogen fertilizing rate treatments at 0.01 and 0.05 level, respectively. The same below.

株分蘖数随播种量增加有减少的趋势,不同播种量处理间差异极显著($P < 0.01$)。说明, B_1 处理对套种苏丹草单株分蘖数的增加最有利。第1茬,不同施氮量对单株分蘖数的影响无显著差异($P > 0.05$),第2茬, N_3 的单株分蘖数极显著多于 N_1 、 N_2 处理,后两者间无显著差异,第3茬, N_1 、 N_2 处理的单株分蘖数极显著多于 N_3 处理,前两者间无显著差异。这表明,施氮量对单株分蘖数的影响没有规律性。

2.4 播种量与施氮量对苏丹草干草产量的影响

经 F 检验,播种量、施氮量间差异极显著($P < 0.01$),区组间无显著差异($P > 0.05$)。由此说明,施氮量和播种量对干草产量都有明显的影响,而播种量的效应不因施氮量多少而异,施氮量的效应也不因播种量多少而异。

苏丹草的干草产量有随着播种量和施氮量的增加而增长的趋势(表2)。从干草总产量来看, B_2 、 B_3 与 B_1 间差异显著($P < 0.05$), B_2 、 B_3 间无显著差异($P > 0.05$),播种量超过 B_2 水平后增长幅度很小;除了第1茬不同施氮水平间无显著差异外,其他茬次的 N_2 、 N_3 极显著高于 N_1 ($P < 0.01$), N_2 、 N_3 间无

显著差异($P > 0.05$), N_2 、 N_3 与 N_1 的总干草产量间差异极显著($P < 0.01$),施氮量超过 N_2 水平后干草产量增长幅度很小或有下降趋势。从播种量和施氮量成本及增产效果综合分析可得, B_2 和 N_2 对干草产量最有利。

2.5 播种量与施氮量对苏丹草粗蛋白产量的影响

经 F 检验,播种量、施氮量间差异极显著($P < 0.01$),区组间无显著差异($P > 0.05$)。由此说明,施氮量和播种量对粗蛋白产量有明显的影响,随着播种量的和施氮量的增加,苏丹草的粗蛋白产量也有增加趋势。

总体来看,除了第3茬的 B_2 与 B_3 间无显著差异($P > 0.05$)外,在其余茬次和总产量的 B_3 粗蛋白产量最高(表2),与其他处理间差异极显著($P < 0.01$); N_2 和 N_3 的粗蛋白产量极显著高于 N_1 ,总粗蛋白产量, N_2 和 N_3 间无显著差异。这表明,在一定范围内,随播种量的增加粗蛋白产量增幅越大,施氮量超过 N_2 后粗蛋白产量的增幅有下降趋势。综合考虑可以得出, B_3 和 N_2 是获得苏丹草高粗蛋白产量最佳组合。

表2 不同播种量与施氮量间干草及粗蛋白产量的比较

Table 2 Comparison of hay and crude protein yield treated with different sowing rate and nitrogen rate

指标 Parameter	处理 Treatment	第1茬 First cutting	第2茬 Second cutting	第3茬 Third cutting	合计 Total
干草产量 Hay yield/ kg · hm ⁻²	B_1	6 499.00 ± 481.3Cc	7 844.40 ± 944.8Aa	3 706.9 ± 135.2Bb	18 050.30 ± 1 561.3Bb
	B_2	7 707.50 ± 696.8Bb	7 411.10 ± 849.0Aa	4 081.40 ± 509.4Aa	19 200.00 ± 2 055.2Aab
	B_3	8 619.70 ± 78.7Aa	8 072.40 ± 1 269.3Aa	4 065.70 ± 275.9Aa	20 757.80 ± 1 623.9Aa
	N_1	7 433.90 ± 825.9Aa	6 932.20 ± 716.7Bb	3 685.60 ± 303.7Bb	18 051.80 ± 1 846.3Bb
	N_2	7 502.30 ± 1 188.3Aa	8 209.20 ± 1 201.1Aa	4 033.00 ± 233.5Aa	19 744.50 ± 2 622.9Ab
	N_3	7 890.00 ± 1 278.0Aa	8 178.40 ± 566.2Aa	4 135.40 ± 427.9Aa	20 203.80 ± 2 272.0Aa
粗蛋白产量 Crude protein yield/kg · hm ⁻²	B_1	495.78 ± 22.06Cc	601.70 ± 90.70Bb	283.15 ± 18.52Bb	1 380.62 ± 123.76Cc
	B_2	596.09 ± 33.87Bb	573.48 ± 39.35Cc	316.34 ± 45.14Aa	1 485.91 ± 115.69Bb
	B_3	667.04 ± 36.83Aa	625.58 ± 72.86Aa	314.41 ± 13.69Aa	1 607.03 ± 119.91Aa
	N_1	550.23 ± 64.37Cc	512.52 ± 23.52Cc	272.39 ± 19.56Bb	1 335.14 ± 101.53Bb
	N_2	597.19 ± 90.02Bb	653.78 ± 50.13Aa	321.03 ± 16.70Aa	1 572.00 ± 109.54Aa
	N_3	611.49 ± 71.37Aa	634.45 ± 18.72Bb	320.49 ± 30.54Aa	1 566.43 ± 92.43Aa

3 讨论与结论

前人研究苏丹草播种量对株高变化规律的结论不一致^[13,18],本研究结果表明,同茬、施氮肥量相同的情况下,株高随播种量的增加,呈下降趋势。究其原因可能是,播种量少,总株数少,植株间光照、温度、空间的竞争少,植株也能更好地生长,反而播种

量过多,植株间竞争激烈,生长细弱,而且植株也相对较矮。作物对肥料氮的吸收随着施氮肥量的增加而增加^[19-20],本研究结果表明,同茬、播种量相同情况下,随施氮量的增加株高有增加趋势,结果与刘学军等^[19]和巨晓棠等^[20]研究结果相似。施氮量对单株分蘖数的影响不显著,导致这种现象的可能原因,一是与没有施肥有关,二是本研究中每个试验小区

磷肥按同一水平用作基肥,且用作基肥施入的最低施氮量处理已经与磷肥形成对单株分蘖最有利的比例。随播种量和施氮量的增加,苏丹草的产量明显提高^[18,21]。本研究中,在一定范围内随着播种量和施氮量的增加,苏丹草的干草产量有增加趋势。尽管播种量为 $67.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 时干草产量最高,但其产量与播种量为 $45 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 时的产量无显著差异,施氮量达到 $415 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 之前,干草产量呈增加趋势,高于 $415 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 后呈略增加或下降趋势。故从经济效益角度来考虑,播种量 $45 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 和施氮量 $415 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 处理更为适宜,能够获得最高的经济收益。

苏丹草的株高随播种量的增加有降低趋势,随

施氮量的增加有增长趋势, B_1 (播种量 $22.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$) 和 N_3 (施氮量 $550 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$) 对株高的增长最有利;苏丹草的主茎直径随着播种量的增加有变细趋势,单株分蘖数随着播种量的增加有减少趋势,而不同施氮量处理间主茎直径和单株分蘖数变化无显著差异 ($P > 0.05$), B_1 对主茎直径的增粗和单株分蘖数的增加最有利; B_2 (播种量 $45 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$) 和 N_2 (施氮量 $415 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$) 对苏丹草的干草产量最有利; B_3 (播种量 $67.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$) 和 N_2 处理的粗蛋白增产效果最佳。从干草产量和粗蛋白产量来综合考虑, $B_3 + N_2$ 处理组合是提高夏播苏丹草生产性能的最佳处理组合。

参考文献

- [1] 谭树义,魏立民,黄丽丽,晁哲,孙瑞萍,郑心力,王峰,刘圈炜.苏丹草的营养特性及在草食动物上的应用[J].饲料研究,2014(15):9-11.
- [2] 李平.优质夏季牧草——杂交苏丹草[J].中国牧业通讯,2002(4):66.
- [3] 汪建飞,段立珍,罗自琴.杂交苏丹草中 CN-含量的测定[J].草业学报,2002,11(3):43-46.
- [4] 鲁剑巍,陈防,梁友光,鲁君明.磷钾肥对鱼草产量及经济效益的影响[J].水利渔业,2003,23(2):58-59.
- [5] 刘勇,龚月生,刘林丽.苹果渣发酵生产生物蛋白质饲料的研究[J].中国饲料,2006(13):38-40.
- [6] Matsunaka T, Sawamoto T, Ishimura T, Takakura K, Takekawa A. Efficient use of digested cattle slurry from biogas plant with respect to nitrogen recycling in grassland[J]. International Congress Series, 2006, 1293:242-252.
- [7] Baresak Z, Bobrzecka D, Domska D. Influence of fertilization on yield and crude protein content in dactylis glomerata and Bromus inermis[J]. Novenytermeles, 1983, 32(2):163-173.
- [8] Susan C M, James D H. Effects of nitrogen and potassium in kikuyu grass on feeding by yellow sugarcane aphid[J]. Group Protection, 2006, 26(4):1-4.
- [9] El-shawareb O A, Hassan M T, Elmagd M A, Youngs A, HyAbdil-hady H L. Forage yield of Sudangrass as affected by planting methods and different seeding rates[J]. Agricultural Research Review, 1980, 58(8):89-99.
- [10] 赵慧星.苏丹草施肥效果及对草鱼生长和品质的影响[D].武汉:华中农业大学硕士论文,2007.
- [11] 张晓艳,董树亭,刘锋,吴正峰,叶梅.氮肥运筹对杂交苏丹草产量饲用品质及再生系数的影响[J].草业学报,2007,16(1):94-99.
- [12] 赵慧星,李小坤,鲁剑巍,龙兴,陈防,鲁君明,梁友光.钾肥分期施用对苏丹草生长和产量的影响[J].土壤肥料,2005(6):39-42.
- [13] 李美华,王建光,支中生.内农1号苏丹草高产栽培技术研究[J].农业科技与信息,2008(7):45-47.
- [14] 陈艳瑞,尹林克,胡玉昆,孟林,荆卫民.苏丹草在塔里木河下游地区的栽培试验[J].干旱区研究,2004,21(4):379-383.
- [15] 郭孝,介晓磊.锌肥在苏丹草优质生产中的应用[J].中国农学通报,2006,22(7):35-37.
- [16] 庞立东,李卫军,朱进忠.追施氮肥对苏丹草光合特性及种子产量的影响[J].草业科学,2014,31(12):2286-2292.
- [17] 李军.苏丹草在宁夏高寒旱区的适应性评价[J].宁夏农林科技,1998(5):44-45.
- [18] 姚爱兴,邵生荣,刘彩霞.不同施氮水平与播种量对宁农苏丹草生长特性及产草量的影响[J].中国草地学报,1997(5):29-32,41.
- [19] 刘学军,巨晓棠,张福锁.基施尿素对土壤剖面中无机氮动态的影响[J].中国农业大学学报,2001(6):63-68.
- [20] 巨晓棠,刘学军,张福锁.冬小麦与夏玉米轮作体系中氮肥效应及氮素平衡研究[J].中国农业科学,2002,35(11):1361-1368.
- [21] Pristas J. Study of the formation of aboveground dry matter of hybrid sudangrass nitrogen doses using growth analysis [J]. Herbage Abstracts, 1984, 54(6):1699.

(责任编辑 王芳)