

施肥对紫花苜蓿产量和品质的影响

尚 晨,张月学,李信恺,张海玲,陈 晶,张 强,康欣桐

(黑龙江省农业科学院 草业研究所,黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要:为了确定紫花苜蓿的合理施肥时间和施用量,从而提高其产量,采用正交试验设计,对位于黑龙江省兰西县远大乡胜利村的国家牧草产业技术体系绥化综合试验站生长第3年的苜蓿产草实验田进行施肥试验。结果表明:返青期与二次刈割后施肥效果不明显,第一次刈割后按 $75 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 纯氮, $350 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 纯钾施肥效果最好。且苜蓿干草品质与施肥量没有直接关系。

关键词:紫花苜蓿(*Medicago sativa* L.);施肥;产量

中图分类号:S541.062

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2013)06-0122-05

紫花苜蓿(*Medicago sativa* L.)是我国栽培历史最久,经济价值最高的豆科牧草。它富含蛋白质、糖类、维生素,具有各种家畜所必需的营养物质,营养组成比例合理,畜禽喜食,具有开发成保健品的潜力,还具有耐旱、耐寒、耐盐碱、适应性强、产量高、品质优、耐频繁刈割、改土肥田等优点,因此被称为“牧草之王”^[1]。

随着我国畜牧业的快速发展和农业产业结构的调整,苜蓿草生产越来越受到人们的重视。选择适宜的苜蓿品种,增施化肥是苜蓿高产最为有效的措施,氮、磷、钾营养作为植物正常生长所必需的大量营养元素,也是评价牧草品质高低的重要指标,对提高紫花苜蓿草产量和品质有重要的影响^[2-5]。目前苜蓿的种植多沿用传统方式,主要种植在没有灌溉条件的瘠薄地、盐碱地上,基本不施肥或很少施肥,管理粗放,致使苜蓿产量不高,退化早衰,品质降低,作为饲草的巨大生产潜力未能充分发挥。为此,进行了苜蓿品种比较和施肥试验,为紫花苜蓿科学合理施肥提供依据。

1 材料与方 法

1.1 试验地概况

试验地位于黑龙江省兰西县远大乡胜利村,南距县城 67 km,地理坐标 $E125^{\circ}28'24''$, $N46^{\circ}32'17''$,

为国家牧草产业技术体系绥化综合试验站苜蓿产草实验田,已收获 2 a。该地区属大陆性季风气候,年降雨量 469.7 mm,年均气温 2.9°C ;年积温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$,活动积温 2760°C ;年均日照时数 2713 h;年均初霜期为 9 月 23 日,年均终霜期为 5 月 15 日,无霜期为 130 d。土壤为盐碱化草甸土,其土壤全盐量变化范围为 $0.157\% \sim 0.318\%$ 。土壤 pH 在 $8.12 \sim 10.08$,速效磷研究含量 $32.971 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,速效钾含量 $72.470 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,碱解氮含量 $46.850 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,磷含量丰富,钾含量缺乏,氮含量很缺乏。因此,该试验仅设计不同施肥量的氮肥和钾肥。

1.2 材 料

供试苜蓿品种为农菁 1 号。所使用氮肥为尿素,钾肥为硫酸钾,纯度较高。

1.3 方 法

1.3.1 施肥量 施肥量分为 8 个梯度(氮肥梯度为:0,45,75,105,135,165,195 和 $225 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 纯氮,记为 CK1, N1~N7;钾肥梯度为:0,100,150,200,250,300,350 和 $400 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 纯钾,记为 CK2, K1~K7),进行双因素随机区组试验。

1.3.2 施肥时期 分别在返青期、第 1 次刈割后和第 2 次刈割后以及全部 3 个时期施肥共 4 个施肥时期处理,记为处理 1~处理 4,以不施肥为对照。每个时期 64 个小区,共 256 个小区。每小区长 3 m,宽 2 m,小区之间有 1 m 宽隔离带,防止小区间肥料相互影响。田间统一管理,所有小区的刈割、测产和施肥全部在 1 d 内完成。

1.3.3 数据分析 随机取点测量每平方米鲜草产量,数据使用 Microsoft Office Excel 2007 进行记录和初步统计分析,使用 Statistics Analysis System 9.2 进行差异显著性分析。

收稿日期:2013-03-01

基金项目:国家“十二五”科技支撑计划资助项目(2011BAD17B04-2);现代农业产业技术体系建设专项资金资助项目(CARS-35)

第一作者简介:尚晨(1982-),男,黑龙江省哈尔滨市人,博士,助理研究员,从事植物资源研究。E-mail: hunkunle@163.com。

通讯作者:张月学(1954-),女,黑龙江省巴彦县人,硕士,研究员,从事牧草资源育种研究。

2 结果与分析

2.1 施肥试验年总产量分析

由表 1 可知,处理 4(全部施肥)与处理 2(第 1 次刈割后施肥)的年总产量均与 CK(不施肥)差

异极显著,处理 1(返青期施肥)、处理 3(第 2 次刈割后施肥)与 CK 的年总产量之间差异不显著。3 次刈割产量中第三茬产量较低,约为前两茬的 50%。

表 1 施肥试验产量结果分析

Table 1 Analysis on yield of fertilizer test

处理 Treatment	产量/kg·hm ⁻² Yield			
	第一茬 First cut	第二茬 Second cut	第三茬 Third cut	年总产量 Yearly total yield
4	8202.5	9809.4	4194.3	22206.2**
1	8520.6	7680.6	3734.6	19935.8
2	7569.9	9532.8	3943.2	21045.9**
3	7483.8	7797.6	4153.9	19435.4
CK	7518.0	7718.3	3872.6	19108.8

注:**表示差异达极显著性水平。下同。

Note:** mean significant difference at 0.01 level. The same below.

2.2 返青期施肥,第 1 次刈割增产效果分析

由表 2 和表 3 可知,在返青期施肥,无论氮肥还是钾肥,差异均不显著,对刈割产量没有显著影

响。氮肥梯度中 N7 组平均产量增加最高。钾肥梯度中 K1 组平均产量增加最高。

表 2 第 1 次刈割产量方差分析

Table 2 The variance analysis of first cut yield

变异来源 Source of variation	SS	df	MS	F	F _{0.05}	F _{0.01}
氮肥 N	0.085	7	0.012	0.766	1.620	1.990
钾肥 K ₂ O	0.078	7	0.011	0.695	2.220	3.060
误差 Deviation	3.013	189	0.016			
总变异 Totalvariation	4.992	255				

表 3 第 1 次刈割增产效果差异显著性分析

Table 3 The analysis on significant difference of yield increase effect for first cut

处理 Treatment	平均增产/% Average yield increase	1%显著水平 1% level	处理 Treatment	平均增产/% Average yield increase	1%显著水平 1% level
N7	0.194	A	K1	0.209	A
N6	0.191	A	K3	0.184	A
N4	0.186	A	K5	0.178	A
CK1	0.174	A	K7	0.174	A
N5	0.174	A	K2	0.171	A
N1	0.172	A	K6	0.159	A
N3	0.158	A	K4	0.156	A
N2	0.134	A	CK2	0.152	A

2.3 第 1 次刈割后施肥,第 2 次刈割增产效果分析

由表 4 和表 5 可知,氮肥处理间差异不显著,对刈割产量没有显著影响。钾肥处理间差异极显

著,对刈割产量有极显著的影响。氮肥梯度中 N2 组平均产量增加最高。钾肥梯度中 K5、K6、K7 组均与不施用钾肥差异极显著,K6 组平均产量增加最高。

表4 第2次刈割产量方差分析

Table 4 The variance analysis of second cut yield

变异来源 Source of variation	SS	df	MS	F	F _{0.05}	F _{0.01}
氮肥 N	0.215	7	0.031	1.086	0.626	2.220
钾肥 K ₂ O	1.522	7	0.217	7.673**	1.000	2.220
误差 Deviation	5.356	189	0.028			
总变异 Total variation	13.613	255				

表5 第2次刈割增产效果差异显著性分析

Table 5 The analysis of significant difference of yield increase effect for second cut

处理 Treatment	平均增产/% Average yield increase	1%显著水平 1% level	处理 Treatment	平均增产/% Average yield increase	1%显著水平 1% level
N2	0.355	A	K6	0.429	A
N4	0.354	A	K7	0.424	A
N3	0.348	A	K5	0.384	AB
N5	0.336	A	K1	0.317	ABC
N7	0.332	A	K4	0.302	BC
CK1	0.307	A	K2	0.297	BC
N1	0.286	A	K3	0.227	C
N6	0.275	A	CK2	0.213	C

2.4 第2次刈割后施肥,第3次刈割增产分析

由表6和表7可知,氮肥处理间、钾肥处理间差异均极显著,均对刈割产量增加有极显著的影响。氮肥梯度中 N7 组与不施氮肥之间差异极显

著。钾肥梯度中 K7 组平均产量增加最高,但与不施用钾肥差异不显著。由此可知,第2次刈割后大量施用氮肥与钾肥可以显著提升苜蓿第3茬产量。

表6 第3次刈割产量方差分析

Table 6 The variance analysis of third cut yield

变异来源 Source of variation	SS	df	MS	F	F _{0.05}	F _{0.01}
氮肥 N	0.920	7	0.131	5.355**	2.220	3.060
钾肥 K ₂ O	0.734	7	0.105	4.271**	2.220	3.060
误差 Deviation	4.637	189	0.025			
总变异 Total variation	11.582	255				

表7 第3次刈割增产效果差异显著性分析

Table 7 The analysis on significant difference of yield increase effect for third cut

处理 Treatment	平均增产/% Average yield increase	1%显著水平 1% level	处理 Treatment	平均增产/% Average yield increase	1%显著水平 1% level
N7	0.243	A	K7	0.133	A
N4	0.208	AB	K5	0.120	A
N1	0.174	AB	CK2	0.044	AB
N3	0.162	AB	K1	0.039	AB
N5	0.157	B	K6	0.038	AB
N6	0.146	B	K4	0.034	AB
CK1	0.141	B	K2	0.025	AB
N2	0.128	B	K3	-0.050	B

2.5 干草品质分析

由表 8,表 9,表 10 和表 11 可知,苜蓿干草的粗纤维与粗蛋白含量在氮肥和钾肥各梯度之间差

异均不显著,由此分析,干草品质与氮肥、钾肥的施肥量没有直接关系。

表 8 粗纤维含量方差分析

Table 8 The variance analysis of crude fiber content

变异来源 Source of variation	SS	df	MS	F	F _{0.05}	F _{0.01}
氮肥 N	15.560	7	2.223	0.909	2.290	3.220
钾肥 K ₂ O	7.063	7	1.009	0.413	2.290	3.220
误差 Deviation	153.994	63	2.444			
总变异 Total variation	247.591	127				

表 9 粗纤维含量差异显著性分析

Table 9 The analysis on significant difference for crude fiber content

处理 Treatment	平均增产/% Average yield increase	1%显著水平 1% level	处理 Treatment	平均增产/% Average yield increase	1%显著水平 1% level
N3	27.482	A	K5	27.458	A
N5	27.413	A	K4	27.164	A
N1	27.264	A	K1	27.117	A
CK1	27.095	A	K7	27.061	A
N6	27.049	A	K2	27.046	A
N4	26.813	A	K3	26.863	A
N7	26.564	A	K6	26.828	A
N2	26.483	A	CK2	26.626	A

表 10 粗蛋白含量方差分析

Table 10 The variance analysis of crude protein content

变异来源 Source of variation	SS	df	MS	F	F _{0.05}	F _{0.01}
氮肥 N	11.824	7	1.689	0.799	2.290	3.220
钾肥 K ₂ O	7.444	7	1.063	0.503	2.290	3.220
误差 Deviation	133.169	63	2.114			
总变异 Total variation	231.248	127				

表 11 粗蛋白含量差异显著性分析

Table 11 The analysis on significant difference of crude protein content

处理 Treatment	平均增产/% Average yield increase	1%显著水平 1% level	处理 Treatment	平均增产/% Average yield increase	1%显著水平 1% level
N7	21.315	A	CK2	21.228	A
N2	21.283	A	K6	21.083	A
N4	21.030	A	K3	21.059	A
CK1	20.856	A	K2	21.033	A
N6	20.826	A	K7	20.723	A
N1	20.746	A	K1	20.706	A
N5	20.490	A	K4	20.652	A
N3	20.442	A	K5	20.504	A

3 结论与讨论

试验结果表明,返青期施肥对于苜蓿第一茬产量略有增加,但增产效果不明显,这与 Nuttall^[6]的试验结果相同;但是返青期时由于土壤温度较低,根瘤菌活性下降,理论上应该需要补充氮肥。施肥后增产效果不明显的原因还有待进一步研究。

第1次刈割后施肥可以显著提高苜蓿第2茬产量,对苜蓿年总产量也有显著提升。这与 Kunelius^[7], Jenkins 等^[8]的试验结果相同,与 Heichel 等^[9],贾恒义等^[10]的试验结果不同。氮钾之间的互作效果与苜蓿增产的关系还有待于进一步研究。

第2次刈割后大量施肥可以显著提高苜蓿第3茬产量,这与 Kunelius 等^[7]的试验结果不同,但是,由于东北地区返青期较晚,在不影响正常越冬的情况下苜蓿第3茬产量较低,不足年总产量的20%,因此第2次刈割后施肥对紫花苜蓿年总产量提高效果不显著。

苜蓿干草的粗纤维与粗蛋白含量在氮肥和钾肥各梯度之间差异均不显著,故干草品质与施肥量没有直接关系,这与 Cihacek^[12]的试验结果相同。

参考文献:

[1] 耿华珠. 中国苜蓿[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 1-209.

- [2] 柴凤久, 许金玲, 李红, 等. 紫花苜蓿施肥试验研究[J]. 中国草地, 2004, 26(2): 80-81.
- [3] 曾庆飞, 贾志宽, 韩清芳, 等. 施肥对苜蓿生产性能及品质影响的研究综述[J]. 草业科学, 2005, 22(7): 8-15.
- [4] 杨恒山, 曹敏建, 李春龙, 等. 苜蓿施用磷、钾肥效应的研究[J]. 草业科学, 2003, 20(11): 19-22.
- [5] 韩建国, 李鸿祥, 马春晖, 等. 施肥对草木樨生产性能的影响[J]. 草业学报, 2000, 9(1): 15-26.
- [6] Nuttall W F. Effect of N, P, and S fertilizers on alfalfa grown on three soil types in northeastern Saskatchewan[J]. Agronomy Journal, 1985, 77 (1): 41-46.
- [7] Kunelius H T. Effects of weed control and N fertilization at establishment on the growth and nodulation of alfalfa[J]. Agronomy Journal, 1974, 66 (6): 806-809.
- [8] Jenkins M B, Bottomley P J. Seasonal response of uninoculated alfalfa to N fertilizer[J]. Agronomy Journal, 1984, 76 (6): 959-963.
- [9] Heichel G H, Barnes D K, Vance C P. Nitrogen fixation of alfalfa in the seeding year[J]. Crop Science, 1981, 21(2): 330-335.
- [10] 贾恒义, 彭祥林, 雍绍平, 等. 沙打旺、苜蓿对氮磷钾的效应[J]. 草业科学, 1994(5): 42-45.
- [11] Feigenbaum S, Hadas A. Utilization of fertilizer Nitrogen-Nitrogen-15 by field-grown alfalfa[J]. Soil Science Society of America Journal, 1980, 44(5): 1006-1010.
- [12] Cihacek L J. Phosphorus source effects on alfalfa yield, total nitrogen content, and soil test phosphorus[J]. Soil Science and Plant Analysis, 1993, 24(15-16): 2043-2057.

Effect of Formula Fertilizing on the Yield and Quality of Alfalfa

SHANG Chen, ZHANG Yue-xue, LI Ji-kai, ZHANG Hai-ling, CHEN Jing, ZHANG Qiang, KANG Xin-tong

(Pratacultural Sciences Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086)

Abstract: For the purpose of defining reasonable fertilizer amount and applying time, thus to improve alfalfa yield, The experiment was carried out at Suihua Comprehensive Experimental Station of China National Foragegrass Research System to study the effects of fertilizing on the forage yield and quality of alfalfa by using established three-year-old stand of alfalfa (*Medicago sativa* L.) and orthogonal experimental design. The result showed that formula fertilization effect at turning green stage in spring and after the second cut were not good, formula fertilization after the first cut was the best fertilization period. The best fresh yield was reached by the application of N 75 kg·hm⁻², K₂O 350 kg·hm⁻². Formula fertilization was irrelevant to alfalfa quality.

Key words: alfalfa (*Medicago sativa* L.); fertilizing; yield