

刈割次数对肇东苜蓿生产能力影响的综合评估

于辉¹, 刘荣², 刘惠青², 崔国文³

(1. 鄂尔多斯市农牧学校, 内蒙古鄂尔多斯 017000; 2. 鄂尔多斯市草原工作站, 内蒙古鄂尔多斯 017000;
3. 东北农业大学动物科技学院, 黑龙江哈尔滨 150030)

摘要:刈割是苜蓿的主要利用方式, 刈割次数不仅影响紫花苜蓿 *Medicago sativa* 的当年草产量及营养价值, 而且对其安全越冬和持久利用具有重要的影响。肇东苜蓿是哈尔滨地区苜蓿主栽品种, 确定合理的刈割次数对紫花苜蓿的生产有重要意义。对肇东苜蓿进行了连续 2 年的不同刈割次数的田间试验, 结果表明, 种植第 2、3 年的肇东苜蓿的最优刈割次数是 2006 年(种植第 2 年)刈割 2 次, 2007 年(种植第 3 年)刈割 2 次; 肇东苜蓿 2006 年(种植第 2 年)刈割次数与 2 年间总生产能力呈显著负相关, 并且起了最主要和最直接的作用。

关键词:刈割次数; 肇东苜蓿; 生产能力; 综合评估

中图分类号: S551⁺.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0629(2010)04-0144-05

* 1 紫花苜蓿 *Medicago sativa* 是世界农牧业发展中极为重要的一种豆科牧草^[1], 是深根性多年生优质豆科牧草, 具有耐旱、耐寒、耐盐碱、耐瘠薄、适应性强、产量高、品质优、耐频繁刈割、持久性好、清除田间杂草、改土培肥及经济效益高等特点^[2], 是我国北方主要豆科当家草种^[3]。紫花苜蓿作为“牧草之王”, 在世界范围内具有悠久的栽培历史, 在改善生态环境、解决当地优质饲草缺乏等方面起着重要的作用^[4-5]。同时紫花苜蓿也以保持水土、改良土壤、抗旱性较强等优点被人们认为是较好推广前景的牧草^[6]。刈割是苜蓿的主要利用方式, 刈割次数不仅影响紫花苜蓿的当年草产量及营养价值, 而且对其安全越冬和持久利用具有重要的影响^[7]。肇东苜蓿 *M. sativa* cv. Zhaodong 是黑龙江省畜牧研究所在 20 世纪 30 年代从外地引进到原肇东种马场, 该品种高产且抗寒性强, 在我国北方很多地方都引种过^[8]。通过对肇东苜蓿进行连续 2 年的分别刈割 1、2、3 次的田间试验, 比较并分析在干草、粗蛋白产量及越冬率方面 2 两年间的差异, 找出肇东苜蓿在哈尔滨地区种植的合理刈割次数, 以期对苜蓿生产起到指导作用。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

的 2005 年 6 月条播的播量为 15 kg/hm² 的肇东苜蓿地(东北农业大学草业科学系提供种子)上, 农场地理位置为 45°12'N, 122°36'E, 年平均气温 3~6℃, 年最高气温 38℃, 最低气温 -30℃, 无霜期 139 d, 早霜期为 9 月末; 全年平均降水量 569.1 mm, 主要集中在 6-9 月, 占全年降水量的 70% 以上, 属中温带大陆性季风气候, 土壤为黑钙土。

1.2 试验设计 试验为刈割次数单因素处理, 利用肇东苜蓿在 2006 年(种植第 2 年)分别刈割 1、2、3 次, 2007 年(种植第 3 年)在前一年刈割次数的基础上再分别刈割 1、2、3 次。各处理均在初花期刈割(表 1)。

表 1 刈割时间表

刈割次数	2006 年刈割时间			2007 年刈割时间		
	第 1 茬	第 2 茬	第 3 茬	第 1 茬	第 2 茬	第 3 茬
1	6-05			6-06		
2	6-05	7-15		6-06	7-16	
3	6-05	7-15	8-25	6-06	7-16	8-26

收稿日期: 2009-06-29
作者简介: 于辉(1976-), 男, 辽宁康平县人, 硕士, 主要从事草业科学专业教学科研工作。
E-mail: yuhui9yuhui9@163.com

试验小区长 3 m, 宽 2.8 m, 随机区组排列, 每处理重复 3 次, 共 27 个小区。管理措施同紫花苜蓿一般田间管理方式。

1.3 测定指标和方法

干草产量测定: 在田间各处理分别取样 1.0 m², 3 次重复, 齐地面刈割, 杀青烘干后测定干质量。将每年各个处理各茬次干草产量相加即为当年干草总产量。具体刈割时间见表 1。

粗蛋白含量测定: 凯氏定氮法^[9]。粗蛋白产量=粗蛋白含量×干草产量。对各茬次收获的苜蓿均测定粗蛋白含量, 将每年各个处理各茬次粗蛋白产量加和即为当年粗蛋白总产量。

越冬率调查^[10]: 2007 年紫花苜蓿开始返青后定点测定成活株数和死亡株数, 2008 年紫花苜蓿开始返青后定点测定成活株数和死亡株数。其计算式为: 越冬率=存活总株数/植株总数×100%。各小区均定点 1.0 m² 样方进行测定。

1.4 统计分析

1.4.1 数据处理 数据利用 Excel、DPS 软件处理。对同年各指标数据分别进行刈割间的差异显

$$\zeta(k) = \frac{\min_i \min_k |X_0(k) - X_i(k)| + \max_i \max_k |X_0(k) - X_i(k)|}{|\min_i \min_k |X_0(k) - X_i(k)| + \rho \max_i \max_k |X_0(k) - X_i(k)|} \quad (2)$$

式中, ρ 为分辨率系数, 用于提高关联系数间的差异显著性, 取值范围 0 到 1, 本试验取 $\rho=0.5$ 。根据关联系数可计算供试品种与参考品种的关联度, 将各关联系数带入公式(3), 求得各项试验指标的关联度 γ :

$$\gamma_k = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \zeta_i(k) \quad (3)$$

由公式(4)计算各项指标的相应权值 β ,

$$\beta_k = \gamma_k / (\sum \gamma_k) \quad (4)$$

通过各指标在评估体系中的权重构建综合评估模型: $\varphi_k = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3$ 。根据模型分别计算各处理的综合评估值 φ , 按照值的大小排序, 在综合评估模型中得分最高, 其综合评价最优。

2 结果与分析

2.1 刈割次数对肇东苜蓿 2 两年间干草产量、粗蛋白产量及越冬率的影响 由表 2 可知, 2006 年(种植第 2 年), 各处理苜蓿干草产量

著性分析, 分别进行了刈割次数与苜蓿总生产能力间的相关分析, 偏相关分析和通径分析。

1.4.2 灰色关联分析 按灰色系统理论, 把试验测定的各项指标作为一个整体, 即灰色系统。选取各项试验指标的最优值设定一个标准对照处理 X_0 , 其各项指标均为参试处理中相应试验指标的最大值。根据关联度分析原则, 关联顺序越靠前的处理 X_i 与标准对照处理 X_0 越接近, 其综合评价表现越优^[11]。

标准对照处理 X_0 各项指标为试验各处理中干草产量、粗蛋白产量及越冬率的最大值。

将全部数据无量纲化处理, 用每项指标的值 X_0 去除各处理的对应值 X_i , 得到的值都在 0 和 1 之间。

通过计算 X_0 与 X_i 各对应点的绝对差值 Δ_i , 公式(1)如下:

$$\Delta_i(k) = |X_0(k) - X_i(k)| \quad (1)$$

求得其最小绝对差值和最大绝对差值, 并代入公式(2)计算关联系数 ζ :

变化趋势基本相同, 随着刈割次数的增加, 干草产量逐渐增加, 各刈割处理产量 3 次 > 2 次 > 1 次。在 2006 年刈割次数相同的前提下, 2007 年(种植第 3 年)各处理干草产量变化趋势与 2006 年基本相同。

但随着 2006 年刈割次数的增加, 各处理 2007 年相同刈割次数的干草产量逐渐降低, 均以前一年 1 次刈割处理的产量最高, 2 次刈割其次, 3 次刈割最低。说明当年多次刈割对下一年产量影响很大, 尽管当年获得了较高产量, 但不利于下一年的连续利用。各处理苜蓿粗蛋白产量变化情况与干草基本相同。

2006 年随着刈割次数的增加, 各处理苜蓿越冬率都呈下降趋势。在 2006 年刈割次数相同的前提下, 2007 年各处理越冬率也随着刈割次数增加而下降。但随着 2006 年刈割次数的增加, 各处理 2007 年相同刈割次数的越冬率变化规律不明显。

表 2 肇东苜蓿 2 年间的干草产量、粗蛋白产量及越冬率

组合 代码	干草产量(t/hm ²)		粗蛋白产量(t/hm ²)		越冬率(%)	
	2006 年	2007 年	2006 年	2007 年	2006 年	2007 年
I 1	6.38cC	6.11bB	0.89cC	1.01cC	98.50aA	96.46aA
I 2	6.38cC	10.90aA	0.89cC	1.85bB	98.50aA	91.67bA
I 3	6.38cC	10.98aA	0.89cC	2.02aA	98.50aA	84.94cC
II 1	8.92bB	5.62bB	1.31bB	0.96bB	98.04aA	95.92aA
II 2	8.92bB	10.54aA	1.31bB	1.83aA	98.04aA	92.03aA
II 3	8.92bB	10.74aA	1.31bB	1.87aA	98.04aA	79.24bB
III 1	9.95aA	5.47bB	1.55aA	0.98cC	78.57bB	97.28aA
III 2	9.95aA	9.11aA	1.55aA	1.66bB	78.57bB	83.48bB
III 3	9.95aA	9.83aA	1.55aA	1.81aA	78.57bB	75.02cC

注:表中第 1 列(组合代码)罗马数字表示 2006 年刈割次数,阿拉伯数字表示 2007 年刈割次数。

2.2 刈割次数对肇东苜蓿 2 年间总生产能力影响的综合评估 按灰色系统理论,把肇东苜蓿 9 个刈割次数组合分别测定的 2 年的干草、粗蛋白产量及越冬率 6 项试验指标作为一个整体,即灰色系统。标准对照处理 X_0 。各项指标值均设为试验各处理中的最大值,分别为干草 2006 年总产量 9.95 t/hm²,干草 2007 年总产量 10.98 t/hm²,粗蛋白质 2006 年总产量 1.55 t/hm²,粗蛋白质 2007 年总产量 2.02 t/hm²,越冬率 2006 年 98.5%,越冬率 2007 年 97.28%。将全部数据无量纲化处理,分辨率系数 $\rho=0.5$ 。

通过灰色关联分析求得各项性状的关联度 γ 值: $\gamma_1=1.42, \gamma_2=1.39, \gamma_3=1.34, \gamma_4=1.26, \gamma_5=1.70, \gamma_6=1.56$ 。各项指标的相应权值为: $\beta_1=0.1644, \beta_2=0.1600, \beta_3=0.1544, \beta_4=0.1459, \beta_5=0.1959, \beta_6=0.1796$ 。顺序为 $\beta_5 > \beta_6 > \beta_1 > \beta_2 > \beta_3 > \beta_4$,即各指标在评估体系中的权重依次为:2006 年越冬率 > 2007 年越冬率 > 2006 年干草总产量 > 2007 年干草总产量 > 2006 年粗蛋白总产量 > 2007 年粗蛋白总产量,据此构建综合评估模型如下:

$$\varphi_k = 0.1644X_1 + 0.1600X_2 + 0.1544X_3 + 0.1459X_4 + 0.1959X_5 + 0.1796X_6。$$

根据模型分别计算各处理的综合评估值(表 3)。

表 3 显示,9 个刈割次数组合处理与对照处

理关联顺序中,按照评估值的大小排序,肇东苜蓿干草、粗蛋白产量及越冬率综合评价的顺序是 II 2 > II 1 > I 2 > I 1 > I 3 > II 3 > III 1 > III 2 > III 3,最优刈割次数是 2006 年(种植第 2 年)刈割 2 次,2007 年(种植第 3 年)刈割 2 次;最差刈割次数是 2006 年(种植第 2 年)刈割 3 次,2007 年(种植第 3 年)刈割 3 次。

表 3 刈割处理下肇东苜蓿干草产量、粗蛋白产量及越冬率的综合评估值

2006 年 刈割次数	2007 年刈割次数		
	1	2	3
I	38.93	38.96	37.79
II	39.14	39.36	37.10
III	35.76	33.96	32.58

2.3 刈割次数与肇东苜蓿 2 年间生产能力的相关分析 根据以上分析,以灰色关联分析的综合评估值作为肇东苜蓿 2 年间生产能力的衡量标准,利用 DPS 统计软件,对苜蓿 2 年的刈割次数与综合评估值进行相关分析。

相关分析显示,苜蓿 2007 年刈割次数与 2 年间总生产能力(综合评估值)呈负相关(-0.7833),达到显著水平;而 2008 年刈割次数与 2 年间总生产能力负相关(-0.3723)不显著。

由表4可见, X_1 (2006年刈割次数)对 Y (综合评估值)的偏相关系数达到极显著水平,说明2006年、2007年刈割次数在影响肇东苜蓿2年间总生产能力时,2006年刈割次数起了最主要的作用。

表4 刈割次数与肇东苜蓿两年间总生产能力的偏相关系数

类项	偏相关系数 r	t 检验值	显著水平
$r(Y, X_1)$	-0.844 0**	3.85	0.006 3
$r(Y, X_2)$	-0.599 0	1.83	0.109 6

注:表中**代表极显著, X_1 代表2006年刈割次数, X_2 代表2007年刈割次数, Y 代表综合评估值。

从表5可见,2006年、2007年刈割次数与综合评估值的通径系数,其 P 值为0.015 2,达到显著水平,表明通径分析成立。2007年刈割次数对肇东苜蓿2年间总生产能力(综合评估值)的直接影响较小,间接影响很小;2006年刈割次数对肇东苜蓿2年间总生产能力(综合评估值)产生较大的直接影响,间接影响也很小。说明2006年刈割次数对肇东苜蓿2年间总生产能力产生了最直接的影响。

表5 刈割次数与肇东苜蓿2年间总生产能力的通径系数

类项	直接通径系数 P	间接通径系数 $\rightarrow X_1$	间接通径系数 $\rightarrow X_2$
X_1	-0.783 32		0.000 01
X_2	-0.372 34	0.000 01	

注:表中 X_1 代表2006年刈割次数, X_2 代表2007年刈割次数。

3 讨论与结论

3.1 干草产量反映了单位面积上苜蓿通过光合作用生产的地上部分各种器官的生物量之和^[12]。试验表明,2006年(种植第2年),随着刈割次数的增加,各处理肇东苜蓿干草产量均呈逐渐增加趋势;在2006年刈割次数相同的前提下,2007年

(种植第3年)各处理干草产量随着刈割次数的增加而增加。而粗蛋白质由纯蛋白质和非蛋白质含氮物组成,是饲草中最具营养价值的部分^[13]。各处理苜蓿粗蛋白产量变化情况与干草基本相同。低温对紫花苜蓿的影响是深刻而广泛的,它不仅影响苜蓿的分布,而且影响苜蓿草地的可持续利用^[14]。越冬率是体现紫花苜蓿抗寒性的一个关键指标,而刈割次数不仅关系到紫花苜蓿当年产量,还对苜蓿安全越冬产生重要影响^[15]。2006年,随着刈割次数的增加,各处理苜蓿越冬率均呈下降趋势;在2006年刈割次数相同的前提下,2007年各处理越冬率随着刈割次数的增加而下降。

3.2 偏相关系数表示在其他各个变量都保持一定时,指定的2个变量间相关的密切程度。在多个变量错综复杂的关系中,简单相关分析没有考虑其他变量对2个相关变量的影响,不能真实反映2个变量的相关关系,偏相关系数可帮助排除假象相关,找到真实联系最为密切的变量。根据相关系数的组成效应将其剖分为各指标的直接影响(直接通径系数)和间接影响(间接通径系数)2部分,因此,通径系数分析能准确反映各自变量如何直接和间接地影响依变量^[16]。试验发现,肇东苜蓿2006年(种植第2年)刈割次数与2年间总生产能力呈显著负相关,并且起了最主要和最直接的作用;2007年(种植第3年)刈割次数与2年间总生产能力相关不显著。

3.3 肇东苜蓿的刈割次数组合(2次/2006年,2次/2007年)在综合评价中表现最优,其全面的特点更适合在本地区应用。由于紫花苜蓿品种、种植地点不同,刈割次数对紫花苜蓿2年间生产能力的影 响也不尽相同,因此试验结果应只针对肇东苜蓿在哈尔滨的应用。

3.4 试验选取生长第2、3年的测定数据,因其表现比较稳定,且在整个生长过程中受外界因素干扰较小,所测定的数据代表了参试品种在本地区的性状表现,具有一定的说服力。牧草的深层次评价应该与动物体采食牧草后的反应相结合,在

研究中未作此项工作,将在今后的试验中进一步完善。

参考文献

- [1] 姜华,毕玉芬.紫花苜蓿花粉活力和柱头可授性的研究[J].草业科学,2009,26(9):61-64.
- [2] 黄迎新,周道玮,岳秀泉.不同苜蓿品种再生特性的研究[J].草业学报,2007,16(6):14-22.
- [3] 刘卓,徐安凯,耿慧,等.8个紫花苜蓿品种比较试验[J].草业科学,2009,26(8):52-55.
- [4] 李毓堂.关于中国草产业可持续发展总体战略的几个问题[J].草业科学,2007,24(2):65-68.
- [5] 王爱国,曹竝.利用生物技术育种促进苜蓿产业发展[J].草业科学,2007,24(4):67-70.
- [6] 张谋草,赵满来,靳正平,等.不同紫花苜蓿品种在陇东地区的种植适应性分析[J].草业科学,2008,25(8):46-51.
- [7] 孙德智,李凤山,杨恒山,等.刈割次数对紫花苜蓿翌年生长及草产量的影响[J].中国草地,2005,24(5):33-34.
- [8] 罗新义,冯昌军,李红.低温胁迫下肇东苜蓿 SOD、脯氨酸活性变化初报[J].中国草地,2004,26(4):49-81.
- [9] 杨胜.饲料分析及饲料质量检测技术[M].北京:中国农业大学出版社,1993.
- [10] 任继周.草业科学研究方法[M].北京:中国农业出版社,1998:95-96.
- [11] 张木清,陈如凯.作物抗旱分子生理与遗传改良[M].北京:科学出版社,2005:349-392.
- [12] 徐春明.不同品种苜蓿生长特性分析及评价[D].杨凌:西北农林科技大学,2003.
- [13] 杨恒山,曹敏建,郑庆福,等.刈割次数对紫花苜蓿草产量、品质及根的影响[J].作物杂志,2004(2):33-34.
- [14] 孙启忠,王育青,候向阳.紫花苜蓿越冬性研究概述[J].草业科学,2004,21(3):21-25.
- [15] 迟文峰,崔国文.不同刈割次数对紫花苜蓿主根中可溶性糖含量及越冬率影响的研究[J].四川草原,2006(3):4-6.
- [16] 张俊龙.杏品种部分抗寒指标间的关系及其对测定抗寒力的因子分析[J].甘肃科技,2005,21(4):159-160.

Impact of cutting frequency on the productivity of *Medicago sativa* cv. Zhaodong

YU Hui¹, LIU Rong², LIU Hui-qing², CUI Guo-wen³

(1. Erdos School of Agriculture and Animal Husbandry, Inner Mongolia Erdos 010406, China;

2. Grassland Station of Erdos City, Inner Mongolia Erdos 010406, China;

3. College of Animal Science and Technology,

Northeast Agricultural University, Heilongjiang Harbin 150030, China)

Abstract: Cutting is the main harvesting way for alfalfa and the cutting frequency affects not only the hay yield and quality but also the over-wintering rate. *Medicago sativa* cv. Zhaodong is the main variety in Harbin and it is important to determine its cutting frequency for the alfalfa production. In two-year cutting experiment, the hay yield, crude protein yield and over-wintering rate were measured. The data of different cutting treatments were comprehensively evaluated by the gray relevancy analysis method. The results indicated that the proper cutting frequency in Harbin was 2 times per year. The correlation analysis result indicated that the cutting frequency significantly negative correlated with the productivity.

Key words: cutting frequency; *Medicago sativa* cv. Zhaodong; productivity; comprehensive evaluation