

试验研究

高寒混播草地放牧生态系统中牦牛生产和植被变化特征的研究*

董全民¹, 赵新全², 马玉寿¹, 施建军¹, 王彦龙¹, 李世雄¹, 杨时海¹, 王柳英¹, 盛丽¹

(1 青海省畜牧兽医科学院, 西宁, 810003)

(2 中国科学院西北高原生物研究所, 西宁, 810001)

摘要: 垂穗披碱草 (*Elymus nutans*) / 星星草 (*Puccinellia tenuiflora*) 混播草地三个放牧季的牦牛放牧试验结果表明: ① 经过连续三个放牧季的放牧, 放牧强度与物种丰富度、多样性指数 H' 、多样性指数 D (除了 2003 年) 和均匀度指数 J (除了 2004 年) 均呈显著或极显著的二次回归; ② 随放牧强度的增加, 各处理组地上生物量呈降低趋势, 且草生长季节地上平均生物量与放牧强度之间呈极显著的线性回归关系, 0~30m 的地下生物量 (包括活根和死根) 与放牧强度之间呈二次回归关系; ③ 牧草生长季牦牛最佳放牧强度为 7.23 头 / hm^2 。

关键词: 高寒混播草地; 牦牛; 放牧强度; 物种多样性; 生物量; 最佳放牧强度

中图分类号: S543⁺.9

文献标识码: A

文章编号: 1003-7950(2011)03-0001-06

Study on Change Character of Yak Productivity and Vegetation in Grazing Ecosystem of Alpine Mixed-sown Grassland

DONG Quan-min et al

(Qinghai Academy of Animal and Veterinary Sciences, Xining, China 810016)

Abstract The results of yak grazing trial on *Elymus nutans*/*Puccinellia tenuiflora* mixed-sown grassland through three grazing seasons showed ① through continual grazing for three grazing seasons, there lied in significant or extremely significant quadratic regression relationship between grazing intensity and Richness (S), Diversity (H'), Diversity (D) (except for 2003) and J' (except for 2004), respectively. ② with the increase of grazing intensity, aboveground biomass for every grazing plot had a reduced trend, and there was a extremely significant linear regression relationship between average aboveground biomass in forage growing season and grazing intensity, but a quadratic regression relationship between belowground biomass during 0~30m and razing intensity. ③ optimal grazing intensity was 7.23 yak / hm^2 in forage growing season.

Key words Alpine mixed-sown grassland; Yak; Grazing Intensity; Species diversity; Biomass; Optimal grazing intensity

放牧强度对人工草地群落数量特征的影响, 国外学者已较多的研究报道^[1-3], 国内报道多集中于对温带和亚热带地区白三叶、红三叶和多年生黑麦草草地的研究^[4-6], 有关放牧强度对青藏高原高寒人工草地群落特征的研究较少^[7-8]。植物地上、地下生物量变化是草地生态系统研究的重要内容。在国内, 许多学者对不同放牧强度下人工草地上、地下生物量进行了相关的研究^[1,4,9], 但对高寒混播人工草地的放牧研究相对较少^[10,11]。因此, 本试验旨在研究保持高寒人工草地放牧系统的畜-草动态平衡、维持人工草地群落和生产水平相对稳定的目的, 为多年生混播人工草地的合理放牧提供基础数据, 以达到多年生混播人工草地合理放牧利用的目的。

1 材料和方法

1.1 试验地自然概况

试验地设在青海省果洛州大武乡格多牧委会, 位于北纬 $34^{\circ}17' \sim 34^{\circ}25'$ 、东经 $100^{\circ}26' \sim 100^{\circ}43'$, 为一山间小盆地, 平均海拔 3 980m, 属高原寒冷气候类

型, 年均气温 $-2.6^{\circ}C$ 左右, $\geq 0^{\circ}C$ 年积温 $914.3^{\circ}C$, 日照时间 2576 h, 年均降水量 513mm, 5~9 月降水 437.10mm, 占年降水量的 85.2%。无绝对无霜期, 牧草生长期 110~130d。主要植被类型有高山嵩草草甸、高山灌丛草甸, 土壤类型以高山草甸土和高山灌丛草甸土为主, 黄河的支流格曲发源并流经这里。放牧试验地设于 2002 年在该牧委会建植的披碱草 (*Elymus nutans*) / 星星草 (*Puccinellia tenuiflora*) 混播人工草地上。

1.2 草场的管理

在试验期内, 每年 12 月下旬和翌年 4 月中旬用 D-型生物毒素 (青海省畜牧兽医科学院兽医所生产) 对各处理区进行灭鼠 (高原鼠兔和高原鼢鼠), 6 月下旬 (牧草拔节期) 对草地进行追肥尿素 ($10\text{kg}/hm^2$)。

1.3 试验设计

选取生长发育良好、健康、阉割过的 2.5 岁公牦牛 16 头, 体重是 $100 \pm 5\text{kg}$, 随机分为 4 组 (每组 4 头)。放牧强度按照草场地上生物量、草场面积和牦牛的心理

①收稿日期: 2011-04-07

* 基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划重大项目 (2007BAC30B04) 和 (2009BAC61B02); 国家自然科学基金项目 (30960074); 青海省科技厅重点项目 (2009-N-502)。

论采食率高表示:极轻放牧 D (牧草利用率为 20%)、轻度放牧 C (牧草利用率为 40%)、中度放牧 B (牧草利用率为 60%)、重度放牧 A (牧草利用率为 80%)和对照 CK (牧草利用率为 0%)。试验从 2003 年开始,2005 结束,试验期为每年 6 月 20 日~9 月 20 日。

1.4 测定内容和方法

在试验期内,每 15d 用电子秤对牦牛称重一次,同时沿各处理小区对角线 100m 样条各取 5 个重复样方 (1.0m × 1.0m),用扣笼法齐地刈割测定草地群落的地上现存量,然后将每个样方分为 4 个子样方 (0.50m × 0.50m),对群落结构进行调查 (盖度、频度、株高、生物量)。

1.5 公式的选用

物种丰富度 (species richness) 采用物种数 S

重要值 (N) 的计算公式为: $N = (\text{相对盖度} + \text{相对频度} + \text{相对高} + \text{相对生物量}) / 4$

物种多样性采用 Simpson 指数 (D) 和 Shannon-Wiener 指数 (H'): $D = 1 / \sum P_i^2$; $H' = - \sum P_i \ln P_i$;

物种均匀度采用 Pielou 指数 (J'): $J' = H' / \ln S$

其中 S 为样方中的物种数, P_i 为样方中第 i 种的生物量占总生物量的比例。

2 结果与分析

2.1 放牧强度人工植被群落特征的影响

2.1.1 对物种多样性和均匀度的影响

回归分析表明,在三个放牧季内,放牧强度与物种丰富度、多样性指数 H' 、多样性指数 D (除了 2003 年) 和均匀度指数 (除了 2004 年) 均呈显著或极显著的二次回归,它们的回归方程见表 1。另外,不同放牧强度下群落多样性指数 (D 和 H') 与丰富度呈极显著的正相关 ($P < 0.01$),与均匀度过指数 (J') 呈显著的正相关 ($P < 0.05$)。

2.2 放牧强度对人工植被初级生产力的影响

表 1 放牧强度与丰富度、多样性指数和均匀度指数之间的关系

时间	指标	回归方程 $Y = aX^2 + bX + c$ ($a, b, c > 0$)			R^2	显著性检验
		a	b	c		
2003年	丰富度 (物种数)	-0.3878	3.9685	13.6660	0.8288	*
	均匀度指数 (J')	0.0004	-0.0068	0.8109	0.7692	*
	多样性指数 (H')	-0.0153	0.1793	1.7742	0.6919	*
	多样性指数 (D)	-0.0022	0.0287	0.7145	0.5834	ns
2004年	丰富度 (物种数)	-0.1457	1.7600	14.7890	0.5418	*
	均匀度指数 (J')	-0.0020	0.0208	0.7967	0.5098	ns
	多样性指数 (H')	0.0023	-0.0149	0.7343	0.7064	*
	多样性指数 (D)	0.0023	-0.0149	0.7343	0.7064	*
2005年	丰富度 (物种数)	-0.3340	3.3675	23.992	0.9336	**
	均匀度指数 (J')	-0.0056	0.0528	0.6092	0.8817	**
	多样性指数 (H')	-0.0083	0.1134	2.2042	0.9607	**
	多样性指数 (D)	-0.0026	0.0321	0.7627	0.8515	**

** 为差异极显著, * 为差异显著, ns 为差异不显著。

表 2 不同放牧强度下 2003 年牧草生长季节地上生物量季节动态变化 (g/m^2)

处理	日期						
	6月20日	7月5日	7月20日	8月5日	8月20日	9月5日	9月20日
对照	120.5	420.5	559.8a	831.0a	802.2a	851.5a	583.0a
极轻放牧	120.5	249.5	206.6b	532.0a	566.3a	634.9a	581.7a
轻度放牧	166.1	235.4	160.8b	246.4b	392.4a	264.0b	338.0a
中度放牧	147.3	208.3	121.0b	204.4b	190.8b	142.2b	125.3b
重度放牧	110.5	180.7	100.7b	91.8b	69.9c	37.0c	27.6c

在同列中,小写字母相同者,为差异不显著;小写字母不同者,为差异显著。

2.2.1 牧草生长季节 (6-9 月份) 地上生物量的动态变化

放牧不但改变草地的土壤环境,更重要的是减少了植物光合作用面积,导致营养物质生产和积累下降,从而影响地上生物量的形成^[9]。由表 2 和 3 可以看出,在试验期内,随着放牧强度的增加,同一时期地上生物量减小。这与姚爱兴等^[5]人在湖南南山牧场对不同放牧强度下黑麦草-白三叶混播草地第一性生产力的研究结果、胡民强等^[14]人在四川红池坝对不同放牧强度下以红三叶为主的混播草地的研究结果以及董世魁等^[6]人在甘肃天祝县金强河地区对不同放牧强

度下多年生混播禾草草地初级生产力的研究结果一致。从年度变化来看,各放牧处理区 2003 年同一时期的地上生物量均高于 2004 年,这与胡民强^[25]等人红三叶人工草地上放牧第二年的产量比第一年低的结论一致。一方面,这可能与该地区 2004 年牧草生长季节连续阴雨有关 (2004 年牧草生长季节的降水量较 2003 年高 100%, 地温低 2~3℃), 这也证实了地上生物量更易受降水和气温的影响^[15-17]; 同时,人工草地-牦牛放牧系统是一高输出的系统,如果输入 (包括降水、温度等自然因素以及施肥、灭鼠、灭除杂草等管理措施) 不足,必然引起该系统的输出 (地上生物量) 减少;

另一方面,放牧对草地植物影响的“滞后效应”,可能也与2004年比2003年地上生物量低有关。

表 3 不同放牧强度下 2004年牧草生长季节地上生物量季节动态变化 (g/m^2)

处理	日期						
	6月 20日	7月 5日	7月 20日	8月 5日	8月 20日	9月 5日	9月 20日
对照	116.2	272.1	329.2	395.4 ^a	301.7 ^a	278.7 ^a	250.2 ^a
极轻放牧	110.5	249.7	295.6	354.8 ^a	245.9 ^a	261.2 ^a	234.9 ^a
轻度放牧	129.6	200.1	220.6	223.1 ^a	188.2 ^a	184.8 ^a	188.6 ^a
中度放牧	120.5	136.6	164.2	199.1 ^a	187.2 ^a	87.0 ^b	96.0 ^b
重度放牧	107.3	79.7	112.3	76.8 ^b	49.5 ^b	43.1 ^c	34.2 ^c

在同列中,小写字母相同者,为差异不显著;小写字母不同者,为差异显著

表 4 不同放牧强度下 2003年牧草生长季节地下生物量的季节变化 (g/m^2)

处理	土层深度 (cm)	日期						
		6月 20日	7月 5日	7月 20日	8月 5日	8月 20日	9月 5日	9月 20日
对照	0~10	288.9	443.5	492.8	542.2	1112.5	1127.3	1358.4
	10~20	132.4	176.9	270.6	306.6	714.0	487.4	262.2
	20~30	43.6	49.8	64.4	80.0	60.7	136.3	43.0
极轻放牧	0~10	321.3	409.3	665.7	786.6	1079.9	823.6	611.8
	10~20	148.0	178.2	222.6	462.2	291.8	423.7	112.6
	20~30	53.3	92.9	110.7	177.8	60.7	83.0	26.7
轻度放牧	0~10	355.1	795.0	932.8	1453.2	1180.6	897.7	1405.0
	10~20	133.7	148.0	192.9	248.9	285.9	168.9	278.5
	20~30	54.7	78.2	100.4	182.2	51.9	38.5	155.5
中度放牧	0~10	345.7	750.6	885.2	1608.7	922.9	770.3	429.6
	10~20	88.4	107.5	118.7	213.3	309.6	281.5	204.4
	20~30	44.9	55.1	56.0	80.0	77.0	51.9	41.5
重度放牧	0~10	399.1	803.9	843.9	1222.1	1416.2	543.7	891.8
	10~20	56.9	112.9	109.3	186.6	160.0	294.8	167.4
	20~30	34.7	44.9	49.8	84.4	80.0	60.7	45.9

表 5 不同放牧强度下 2004年牧草生长季节地下生物量的季节变化 (g/m^2)

处理	土层深度 (cm)	日期						
		6月 20日	7月 5日	7月 20日	8月 5日	8月 20日	9月 5日	9月 20日
对照	0~10	1289.4	1656.0	1314.0	1558.0	2112.0	2700.3	739.0
	10~20	452.7	594.0	319.0	1020.0	559.0	629.4	216.0
	20~30	89.7	129.0	64.0	210.0	220.0	297.0	97.7
极轻放牧	0~10	1214.4	1605.0	1653.0	2025.0	1079.0	2879.0	1006.4
	10~20	417.3	576.0	231.0	458.0	382.0	937.0	259.0
	20~30	86.7	114.0	126.0	111.0	180.0	279.0	110.7
轻度放牧	0~10	1292.7	1548.0	1371.0	2314.0	1832.0	2893.0	1429.7
	10~20	369.6	450.0	200.0	445.0	638.0	758.0	180.6
	20~30	96.3	135.0	99.0	163.0	201.0	228.0	96.3
中度放牧	0~10	1172.7	1341.0	1374.0	2080.0	1562.0	3493.0	1332.7
	10~20	632.7	873.0	895.0	395.0	441.0	849.0	313.7
	20~30	147.3	231.0	69.0	96.0	183.0	178.0	58.3
重度放牧	0~10	1137.0	1485.0	1567.0	2490.0	1057.0	3205.0	964.0
	10~20	357.0	546.0	394.0	553.0	219.0	978.0	339.0
	20~30	102.0	156.0	77.0	175.0	134.0	177.0	81.0

2.2.2 牧草生长季节(6~9月份)地下生物量的动态变化

从表 4和 5可以看出,在试验期内,不同放牧强度下同时期各土层地下生物量、相同放牧强度下不同时期各土层地下生物量均没有明显的变化规律。

这与王艳芬等^[18]人在内蒙古典型草原、董全民等^[19]人在高寒草甸上的结果不一致,他们认为:0~10、10~20、20~30和 0~30cm的地下生物量随放牧强度的增大而减小。王艳芬等人^[18]报道内蒙古典型草原 0~30cm 土层最高未超过 2000g/m² (包括活根和死根);董全民等^[19]人报道:高寒草甸 0~10cm 地下生物量达

2 500~4 500g/m² (包括活根和死根), 0~30cm 达 2 800~5 100g/m²; Eddy^[20] 报道: 无牧条件下地下生物量最低, 以中度放牧最高, 0~15 cm 地下生物量为 2 000~3 000g/m² (包括活根和死根)。这可能与草原类型、草地管理以及气候条件等因素有关^[20-21]。

2.2.3 放牧强度与地上、地下生物量之间的关系

牧草生长季节地上平均生物量与放牧强度之间呈显著的线性相关(图 1)。地上生物量(6~9月份的平均生物量)随放牧强度的增大而呈线性下降趋势, 2003和 2004年地上平均生物量与放牧强度之间的关系均达到了极显著水平($P < 0.01$)。这与董全民、汪诗平、王艳芬和王仁忠等人^[18 19 22 23]在天然草地, 董全民、董世魁、胡民强、王淑强、姚爱兴和耿文诚等人^[5 6 10 14 24]在人工草地上的试验结果一致。0~30 cm 的地下生物量(包括活根和死根)与放牧强度之间呈二次回归关系(图 2)。2003年地下生物量与放牧强度间的二次回归关系未达到显著水平($0.05 < P < 0.10$), 而 2004年达到显著水($P < 0.05$)。这与王艳芬、董全民等人^[18 19]在天然草地上的试验结果不一致, 但与 Eddy^[21]的结果一致。

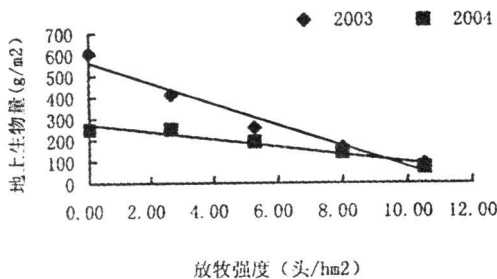


图 1 放牧强度与地上平均生物量的关系

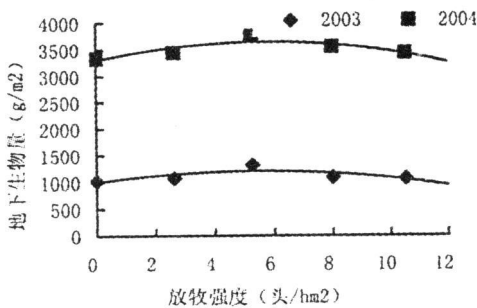


图 2 放牧强度与地下平均生物量的关系

2.3 放牧强度对人工植被次级生产力的影响

2.3.1 放牧强度对牦牛个体增重的影响

在三个放牧季内, 不同放牧梯度下牦牛个体增重见表 6。方差分析表明, 相同放牧区牦牛总增重之间的差异不显著($P > 0.05$), 而同一放牧季各放牧区牦牛总增重之间的差异显著($P < 0.05$)。进一步做新复方差分析, 各年度极轻放牧、轻度放牧和重度放牧区牦牛总增重之间的差异不显著, 而它们与重度放牧区之间的差异显著(表 7)。回归分析表明, 各放牧季牦牛的个体增重与放牧强度均呈显著的线性回归关系(表 7):

$Y = a - bx$ ($a > 0$ $b > 0$) (1), 这与 Jones 和

Sand land^[25]从热带到温带 33 个不同植被的大量放牧强度试验数据发现家畜的个体增重与放牧强度之间存在一种线性关系的结论一致, 也与周立等^[26]在高寒草甸、汪诗平等^[27]在内蒙古典型草原绵羊放牧试验以及董全民等^[28 29]在高寒草甸和高寒人工草地牦牛放牧试验的结论一致。

表 6 不同放牧梯度下牦牛的个体增重 (kg/头)

放牧梯度	放牧季		
	2003	2004	2005
极轻放牧	48.7a	63.4a	63.4a
轻度放牧	44.2a	61.6a	58.0a
中度放牧	40.5a	52.9a	46.5a
重度放牧	38.7b	32.9b	30.0b

同| 行或列, 字母相同表示差异不显著($P > 0.05$), 字母不相同表示差异显著($P < 0.05$)。

表 7 放牧强度与牦牛个体增重之间的关系

时间	回归方程 $y = a - bx$ ($b > 0$)		回归系数 (R)	显著水平 (P)
	a	b		
2003	51.490	1.2822	-0.9853	< 0.01
2004	74.238	3.1618	-0.9227	< 0.05
2005	71.227	2.7019	-0.9185	< 0.05

2.3.2 放牧强度对单位面积草地牦牛增重的影响

当放牧强度为 X, 也即每公顷人工草地有 X 头牦牛时, 由方程 (1), 每公顷人工草地的牦牛总增重 Y_T (kg/hm^2) 为:

$$Y_T = ax - bx^2 \quad (2)$$

另外, 各放牧季每公顷草地牦牛活体增重见表 8。方差分析表明, 相同放牧区每公顷草地牦牛总增重之间的差异不显著($P > 0.05$), 而同一放牧季各放牧区牦牛总增重之间的差异极显著($P < 0.01$)。进一步做新复方差分析, 各年度轻放牧区、中度放牧和重度放牧区每公顷草地牦牛总增重之间的差异显著($P < 0.05$), 而它们和极轻放牧区每公顷草地牦牛总增重之间的差异极显著($P < 0.01$) (表 9)。

表 8 不同放牧强度下单位面积牦牛增重的变化 (kg/hm^2)

放牧梯度	放牧季		
	2003	2004	2005
极轻放牧	126.7A	164.8A	159.6A
轻度放牧	234.0Ba	326.5Ba	311.9Ba
中度放牧	323.8Bb	423.0Bb	434.4Bb
重度放牧	406.0Bc	345.5Bc	357.0Bc

同| 行或列, 大写字母不同者, 为差异极显著($P < 0.01$), 小写字母不同者, 为差异显著($P < 0.05$), 字母相同者, 为差异不显著($P > 0.05$)。

回归分析表明, 2003年每公顷草地牦牛总增重与放牧强度均呈显著的线性回归关系, 而 2004和 2005年每公顷草地牦牛总增重与放牧强度均呈显著的二次回归关系(表 9)。本试验 2003年的结果与大多数学者的研究结果以及方程 (2)的结论不一致。因为放牧强度对草场植被及土壤的影响具有“滞后效应”, 这种“滞后效应”在短期放牧内可能会掩盖放牧强度对草地土壤养分含量甚至草地第一性生产力的真实状况^[37], 进而对草地第二性生产力产生影响。因此, 在

放牧第一年,单位面积草地牦牛增重随放牧强度的增加而呈上升趋势;在放牧第二年和第三年,极轻和轻度放牧区由于牧草残存量(枯枝落叶)较多,这将影响返青初期牧草的生长;而中度放牧区由于牧草的再生性好,营养价值高,加之放牧初期牦牛的“补偿性生长”,牦牛增重明显;对重度放牧而言,放牧初期和中期,牦牛增重明显;对重度放牧而言,放牧初期和中期,牦牛增重明显;对重度放牧而言,放牧初期和中期,牦牛增重明显;

草生长和再生能力强,牧草的生长和再生量能够满足牦牛的采食,但到放牧后期牧草的生长和再生能力下降,牧草资源已不能满足牦牛的采食需求,牦牛出现了负增长,中度放牧区单位面积草地的牦牛增重最大,因此单位面积草地牦牛增重与放牧强度的二次拟合曲线的显著性大于一次曲线。

表 9 单位面积草地牦牛增重和放牧强度的关系

时间	回归方程 $y = ax - bx^2 (b > 0)$ 或 $y = a - bx (b > 0)$				回归系数 (R^2)		显著水平 (P)	
	a		b		理论	实际	理论	实际
	理论	实际	理论	实际				
2003	51 490	40 601	1 2822	3 5164	0 9709	0 9968	< 0 01	< 0 01
2004	74 238	90 067	3 1618	5 2599	0 8504	0 9093	< 0 05	< 0 05
2005	71 227	86 224	2 7019	4 7546	0 8436	0 8945	< 0 05	< 0 05

2.3.3 牧草生长季牦牛的最佳放牧强度

在三个放牧季内,各放牧季牦牛的个体增重与放牧强度均呈显著的线性回归关系。尽管对极轻和极重的放牧强度下直线或曲线的形状存在一些争议,但对其间很大的放牧强度范围内存在着线性关系,则是人们普遍接受的。因此,对于每公顷的人工草地,若以牦牛的活重来度量其牦牛生产力,则方程(2)表示每公顷草地牦牛生产力与放牧强度之间的定量关系。因为 $b > 0$ Y_T 达到最大值的放牧强度为:

$$X^* = a/2b \quad (3)$$

由方程(1)可知,草场的最大负载能力(牦牛个体增重为0时的放牧强度) $X_c = a/b$ 因此 X^* 恰好是草场最大负载能力 X_c 的一半。相应的 Y_T 最大值为

$$Y_{Tmax} = a^2/4b = (a/b) \cdot a/4 = X_c \cdot a/4 \quad (4)$$

表明每公顷草地的最大牦牛生产力仅由草场的最大负载能力和营养水平决定。显然,这二者一旦已知,草场的空间稳定性和恢复力也就比较清楚了。可见营养水平和最大负载能力是评价草场的重要指标。由于放牧强度“滞后效应”,在放牧第三年,放牧强度的差异才是影响牦牛增重的决定因素。因此我们选择第3年的试验数据作为探讨放牧强度对牦牛生产力效应的依据。因此,利用(3)和(4)式,由表2所列各回归方程容易得到人工草地牧草生长季放牧的最佳放牧强度为 7.23头/ha²。

3 结论

经过连续三个放牧季的放牧,放牧强度与物种丰富度、多样性指数 H、多样性指数 D(除了2003年)和均匀度指数(除了2004年)均呈显著或极显著的二次回归。随着放牧强度的增加,但地上平均生物量与放牧强度之间呈线性回归关系,0~30cm的地下生物量(包括活根和死根)与放牧强度之间呈二次回归关系。通过回归方程计算得到:牧草生长季牦牛最佳放牧强度为 7.23头/ha²。

参考文献:

- [1] McKenzie F. R. Influence of grazing frequency and intensity on tiller appearance and death rates of *Lolium perenne* L. under subtropical conditions. *Australian Journal of Agricultural Research*, 1997, 48: 337-342
- [2] McKenzie F. R. The influence of grazing frequency and intensity on the vigour of *Lolium perenne* L. under subtropical conditions. *Australian Journal of Agricultural Research*, 1996, 47

: 975-983

[3] Hume D. E., Brock J. L. Morphology of tall fescue (*Festuca arundinacea*) and perennial ryegrass (*Lolium Perenne*) plants in pastures under sheep and cattle grazing. *Journal of Agricultural Science*, 1997, 129: 19-31.

[4] 蒋文兰,李向林.不同利用强度对混播草地牧草产量与组分动态的研究[J].草业学报,1993(3):1-10

[5] 姚爱兴,王培,樊奋成,等.不同放牧处理下多年生黑麦草/白三叶草地第一性生产力研究[J].中国草地,1998,20(2):12-16,24

[6] 董世魁,丁路明,徐敏云,等.放牧强度对高寒地区多年生混播禾草叶片特征及草地初级生产力的影响[J].中国农业科学,2004,37(1):136-142

[7] 董全民.放牧强度对高寒混播草地群落结构的影响[J].青海畜牧兽医杂志,2007,37(2):1-3

[8] 董全民,赵新全,马玉寿.放牧强度对混播草地群落数量特征的影响(简报)[J].草地学报,2007,15(4):394-397

[9] 耿文诚,马宁,马岩德,等.人工草地绵羊系统优化研究I人工草地初级生产力[J].草业科学,2000,17(专集):34-36

[10] 董全民,赵新全,马玉寿,等.牦牛放牧强度对江河源区混播禾草地上初级生产量及种间竞争力的影响[J].中国草地,2005,27(2):1-8

[11] 董全民,赵新全,马玉寿,等.不同牦牛放牧强度下江河源区垂穗披碱草/星星草混播草地第一性生产力及其动态变化[J].中国草地学报,2005,28(3):5-15

[12] 王仁忠,李建东.羊草地放牧退化演替中种群消长模型的研究[J].植物生态学报,1995,19(2):170-174

[13] 王仁忠,李建东.松嫩平原碱化羊草地放牧空间演替规律的研究[J].应用生态学报,1995,6(3):277-281

[14] 胡民强,陈宗玉,王淑强,等.红池坝人工草地放牧强度试验[J].农业现代化研究,1990,11(5):44-49

[15] McNaughton S I. Ecology of grazing ecosystem; the Serengeti s[J]. *Ecol Monogr*, 1985, 55: 259-294

[16] Hunt R, Nichols R O. Stress and coarse control of growth and root-shoot parting in herbaceous plants[J]. *Oikos*, 1986, 47: 149-158

[17] Andren O, Paustian K. Barley straw decomposition in the field: a comparison of models s[J]. *Ecology*, 1987, 43: 1-20

[18] 王艳芬,汪诗平.不同放牧强度对内蒙古典型草原地下生物量的影响[J].草地学报,1999,7(3):198-202

[19] 董全民,马玉寿,李青云,等.牦牛放牧强度对小嵩草高寒草甸地上、地下生物量的影响[J].四川草原,2004,(2):20-27

[20] Eddy van der Maarel, Argenta Tilyanova. Aboveground and belowground biomass relations in steppes under different grazing conditions[J]. Oikos, 1989, 56: 364-370.

[21] Frank A. B. Carbon dioxide fluxes over a grazed prairie and seeded pasture in the Northern Great Plains[J]. Environmental Pollution, 2000, 116: 397-403.

[22] 王仁忠. 放牧影响下羊草种群生物量形成动态的研究[J]. 应用生态学报, 1997, 8(5): 505-509.

[23] 汪诗平, 李永宏, 陈佐忠. 内蒙古典型草原草畜系统适宜放牧强度的研究. II 以牧草现存量与净初级生产力为管理目标[J]. 草地学报, 1999, 7(3): 183-191.

[24] 王淑强, 李兆方, 胡直友, 等. 人工草地绵羊放牧与割草综合利用的研究[J]. 草地学报, 1996, 4(3): 221-227.

[25] Jones R. J., Sandland R. L. The relation between animal and stocking rate. Derivation of the relation from the result of

grazing of trials. J Agric. Sci. 1974, 83: 335-342.

[26] 周立, 王启基, 赵京, 等. 高寒草甸牧场最优放牧的研究 I. 藏羊最大生产力放牧强度 [A]. 见: 中国科学院北海高寒草甸生态系统定位站. 高寒草甸生态系统 [C]. 北京: 科学出版社, 1995 (4): 365-376.

[27] 汪诗平, 李永宏, 关世英, 等. 内蒙古典型草原草畜系统适宜放牧强度的研究 I. 以绵羊增重及经济效益为管理目标[J]. 草地学报, 1999, 7(3): 183-191.

[28] 董全民, 赵新全, 马玉寿, 等. 牦牛放牧强度与高寒小高草草甸植物群落的关系 [J]. 草地学报, 2005, 13(4): 334-338.

[29] 董全民, 赵新全, 马有泉, 等. 杨时海垂穗披碱草/屋星草混播草地优化牦牛放牧强度的研究 [J]. 草业学报, 2008, 17(5): 16-22.

· 牧医简报 ·

鸡大肠杆菌病诊断与防治*

马国璧

(青海省畜牧兽医科学院, 西宁, 810016)

中图分类号: S852.61+2

文献标识码: A

文章编号: 1003-7950(2011)03-0006-02

鸡大肠杆菌病是由致病性大肠杆菌 (Escherichia coli) 所引起的一种传染病。该病发病、死亡率均较高, 发病率可高达 30% ~ 60%, 病死率几乎达 100%, 给养殖户造成了巨大的经济损失。

2011年 3月, 青海省海南州贵德县某鸡场发生了以腹泻为主要特征的疾病, 经临床诊断结合实验室检验, 确诊为大肠杆菌病, 现将诊治情况报道如下:

1 发病情况

青海省海南州贵德县某鸡场饲养 18~ 60日龄鸡 10 000只, 地面平养, 自配饲料。2011年 3月 18日发现有部分鸡咳嗽、甩鼻、呼噜、排白绿色稀粪。3月 19日死亡 14只, 3月 20日死亡 18只, 3月 21日死亡 13只, 发病后, 自行治疗无明显效果, 不断发病死亡。遂送病死鸡至青海省畜牧兽医科学院求诊。

2 临床症状

病鸡精神沉郁、羽毛蓬松、鸡翅下垂、畏寒打颤、食欲减少但饮欲稍增。有的伸颈张嘴, 鼻腔分泌物增多, 拉白、绿色蛋清样黏稠稀粪, 肛门周围及腹下羽毛被粪便污染。

3 剖解变化

心包有少量积液, 心肌表面附着大量干酪样纤维素性物质。肺瘀血、水肿。腹腔积液, 呈淡黄色或黄红色。腹水中有黄色、透明的纤维蛋白析出物。肝明显肿大且色淡质脆, 表面有干酪样黄白色附着物, 肝囊肿大, 胆汁充盈。脾脏肿胀、色暗。肾脏肿大, 质脆易烂。肠壁增厚、黏液量多。

4 诊断

4.1 临床诊断 根据临床症状和剖检变化, 初步怀疑是大肠杆菌感染。

4.2 实验室诊断

4.2.1 抹片镜检 无菌采取病死或濒死鸡的心、肝、脾、肺及肾脏触片, 瑞特氏染色、镜检, 在心、肝、脾组织的病料中均发现有两端钝圆、单个存在、中等大小的杆菌。

4.2.2 病原分离 无菌将病料接种于鲜血斜面培养基上, 在 37℃温箱中培养 24h, 观察发现斜面上长出 2~ 4mm, 乳白色、圆形、凸起、湿润、光滑、边缘整齐的菌落。将此种菌落接种于普通琼脂培养基上进行纯培养后, 抹片、革兰氏染色、镜检可见革兰氏阴性、单个存在、中等大小的杆菌。

4.2.3 生化试验 将上述纯培养物, 分别接种部分糖发酵管 (包括葡萄糖、乳糖、麦芽糖、甘露醇、蔗糖、木糖、山梨醇、阿拉伯糖、糊精、侧金盏花醇、卫矛醇), 在 37℃温箱中培养 24h, 结果如下:

生化试验结果表

项 目	葡萄 糖	乳 糖	麦芽 糖	甘露 醇	蔗 糖	木 糖	山梨 醇	阿拉 伯糖	糊 精	侧金盏 花醇	卫矛 醇
结 果	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	-	±	-	-	±

注: 表中“⊕”为产酸产气; “±”为轻度发酵; “-”为不发酵

4.2.4 动物试验 取 18~ 22g 小白鼠 4只, 分为两组。将该菌普通肉汤 18h培养物分别以 5倍和 10倍肉汤稀释液以 0.2mL/只各腹腔注射 2只小白鼠, 观察注射菌液的小白鼠均在 18~ 36h内死亡。无菌采取死亡鼠的心、肝、脾组织, 进行细菌的分离培养, 结果均分离到感染菌。

综合临床诊断和细菌学检验可确诊该病病原为大肠杆菌。

(下转第 22页)

* 收稿日期: 2011-05-12