

牦牛放牧率对江河源区混播草地土壤含水量及地上现存量的影响

董全民^{1,2}, 赵新全¹, 马玉寿², 代勇², 施建军², 李青云², 王柳英²

(1. 中国科学院西北高原生物研究所, 青海西宁 810002; 2. 青海省畜牧兽医科学院, 青海西宁 810003)

摘要 江河源区披碱草/ 星星草混播草地放牧试验结果表明: 随着放牧率增加, 各月不同土壤层含水量呈减小趋势; 地上现存量的峰值降低, 峰值出现的日期也提前, 对照是 80 d (从实验开始计), 极轻度~ 重度放牧依次为 70、66、57 和 38 d; 披碱草的地上现存量 and 比例均呈下降趋势, 而杂类草和星星草的地上现存量呈二次曲线变化趋势, 且它们的百分比组成呈上升趋势; 星星草地上现存量的最大值出现在轻度 (5.26 头/ hm²) 和 中度 (8.0 头/ hm²) 之间, 而杂类草的最大值出现在中度放牧附近 (8.07 头/ hm²), 这说明江河源区混播人工草地的适宜放牧率是 中度放牧, 适宜牧草利用率是 60%。

关键词 江河源区; 牦牛放牧率; 披碱草/ 星星草混播草地; 土壤含水量; 地上现存量
中图分类号 S283 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2006)21-5611-04

Effect of Stocking Rate on Water Content of Soil and Standing Crop in *Elymus nutans*/ *Puccinellia tenuiflora* Mixed-Sown Pastures in Yangtze and Yellow River Headwater Region

DONG Qian-min et al (Northwest Plateau Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, Qinghai Xining 810001)

Abstract The result of the trial in the mixed-sown pasture of *Elymus nutans*/ *Puccinellia tenuiflora* in the Yangtze and Yellow River headwater region showed: with the increase of stocking rate, water content of soil for different soil stratum from June to September in 2003 was decreased; the peak value of the existed crop was decreased and the date of peak value was advanced, which was 80d earlier than CK, 70 d for extremely light grazing, 66 d for light grazing, 57 d for moderate grazing and 38 d for heavy grazing after trial was begun respectively. For different functional groups, the standing crop and percentage composition of *Elymus nutans* were decreased and the standing crops of *Puccinellia tenuiflora* and weeds appeared the second degree curve, but the percentage composition of them was increased. The regression equation the standing crop of *Puccinellia tenuiflora* was maximized when stocking rate was 6.36 heads/ hm², which was between light grazing (5.26 heads/ hm²) and moderate grazing (8.0 heads/ hm²), the maximum standing crop of weeds was near moderate grazing in 8.07 heads/ hm², which indicated that aboveground biomass removed to 60% was feasible in mixed sown pastures of perennial grasses in Yangtze and Yellow River headwater region.

Key words Stocking rate of yak; *Elymus nutans*/ *Puccinellia tenuiflora* mixed-sown pasture; Water content of soil; Standing crop

在草地畜牧业领域中人工草地的管理及持续利用的研究是一个倍受人们重视的发展方向。在许多国家, 通过建植人工草地来快速恢复退化草地和发展草地畜牧业, 仍是当前生态畜牧业和集约化畜牧业经营管理的主要途径。由于江河源区独特的地理位置和生态环境脆弱的特点, 以及对我国乃至全球生态环境和气候变化的启动和调节作用, 长期受到国内外学者的重视, 成为我国乃至国际科学界的研究热点区。针对该地区生态环境恶化, 气候寒冷, 风沙、干旱灾害频繁的特点, 从理论上探讨家畜放牧对三江源人工半人工草地生态系统稳定性和可持续能力的作用。

江河源区天然草地牦牛放牧试验已有部分研究^[1-9], 但有关多年生混播人工草地牦牛放牧试验的报道不多^[10-14]。笔者针对放牧强度对“三江源区”披碱草 (*Elymus nutans*) + 星星草 (*Puccinellia tenuiflora*) 多年生混播人工草地土壤含水量和地上现存量效应的研究, 旨在为多年生混播人工草地合理放牧率的确定提供基础数据, 并为当地严酷自然环境和特殊生产方式下多年生混播人工草地的合理利用提供参照, 进而达到多年生混播人工草地合理永续利用的目的。

1 材料与方法

1.1 试验地自然概况 试验地位于果洛州玛沁县大武乡格多牧委会, 北纬 34°17' ~ 34°25', 东经 100°26' ~ 100°43', 为一山间小盆地, 平均海拔 3 980 m 左右, 年均气温 - 4 °C 左右, 无绝对无霜期, 年均降水 513 mm; 黄河的支流格曲发源并流经这里。原生植被为高寒草甸, 但由于长期超载过牧和滥采药材 (主要是冬虫夏草), 草地退化和鼠害严重, 约有 80% 的

草地已严重退化为“黑土滩”。因此, 笔者 2002 年在该地区退化草地上建植了 2 000 hm² 人工、半人工草地进行植被恢复试验, 放牧试验设在该人工草地上。

1.2 试验设计 在牧户牛群内, 选取健康、生长发育良好的 2.5 岁阉割过的公牦牛 16 头, 体重 (100 ± 5) kg, 随机分为 4 组, 每组 4 头, 分别是极轻放牧、轻度放牧、中度放牧、重度放牧和对照 (表 1)。试验从 2003 年开始, 2005 年结束, 试验期为每年 6 月 20 日 ~ 9 月 20 日, 笔者只用放牧第 1 年的数据。

表 1 人工草地牦牛放牧试验设计

处理	放牧牦牛	草地面积	牧草利用率	放牧强度
	头	hm ²	%	头/ hm ²
极轻放牧	4	1.52	20	2.63
轻度放牧	4	0.76	40	5.26
中度放牧	4	0.50	60	8.00
重度放牧	4	0.38	80	10.52
不放牧(CK)	0	1.0	0	0

1.3 草场管理 2002 年为人工草地建植第 1 年, 为了避免家畜放牧对牧草根茎的破坏而只在冬季进行适度放牧。在试验期内, 每年 12 月下旬和翌年 4 月中旬用 D-型生物毒素对各处理区进行灭鼠, 6 月下旬 (牧草拔节期) 对草地进行追肥 (尿素 150 kg/ hm²)。

1.4 测定内容 在试验期内, 每半个月沿各处理小区对角线 100 m 样条各取 5 个重复样方 (1.0 m × 1.0 m), 齐地面刈割, 按披碱草、星星草和杂类草分类, 测定地上现存量, 各取 200 g 混合草样烘干求鲜干比; 同时用土钻按 0 ~ 10、10 ~ 20、20 ~ 30 cm 取样测定各放牧小区土壤含水量:

$$\text{含水量}(\%) = (W_2 - W_3) / (W_2 - W_1) \times 100\%$$

式中 W₁ 为铝盒重 (g), W₂ 是铝盒重 + 湿样重 (g), W₃ 为铝盒

基金项目 国家“十五”科技攻关计划重大项目 (2001BA606A-02)。
作者简介 董全民 (1972 -), 男, 甘肃天水人, 博士, 副研究员, 从事草地生态学及青藏高原“黑土型”退化草地的恢复与重建工作。
收稿日期 2006-07-16

重 + 烘干样品重(g)。

2 结果与分析

2.1 放牧率对土壤含水量的影响 2003年大气降水主要集中在7、9月份,导致8月份水分蒸发量过大,地下水严重减少,使得8月份土壤含水量总体低于9月份。试验开始时各处理土壤0~10cm的含水量差异不显著;随放牧率的增加,土壤含水量逐渐下降且变化明显。这是因为放牧践踏草地,使草地土壤表面硬度增大,毛管持水量下降,土壤总孔隙度减小,从而使土壤水分含量逐渐减小。另外,随放牧率的增加,土壤通气透水性变差,导致降水多集中在土壤表层而不

能够向下渗透,土壤水分向下的运动量减少,水分蒸发快,导致各放牧小区草地在大气降水后0~10cm土壤含水量较对照区高,但其后又很快蒸发使各放牧区土壤含水量又低于对照区,并且放牧强度越大降低得越多。在10~20和20~30cm土壤层中,土壤水分含量的变化趋势与0~10cm相似,但各放牧处理间差异不显著,且土壤层越深含水量的变化越不明显,这说明放牧率对下层土壤含水量的影响不大。这与戎郁萍^[15]等在华北地区人工草地上所做的放牧试验结果相似,也与红梅等^[16]在内蒙古典型草原上的试验结论一致。

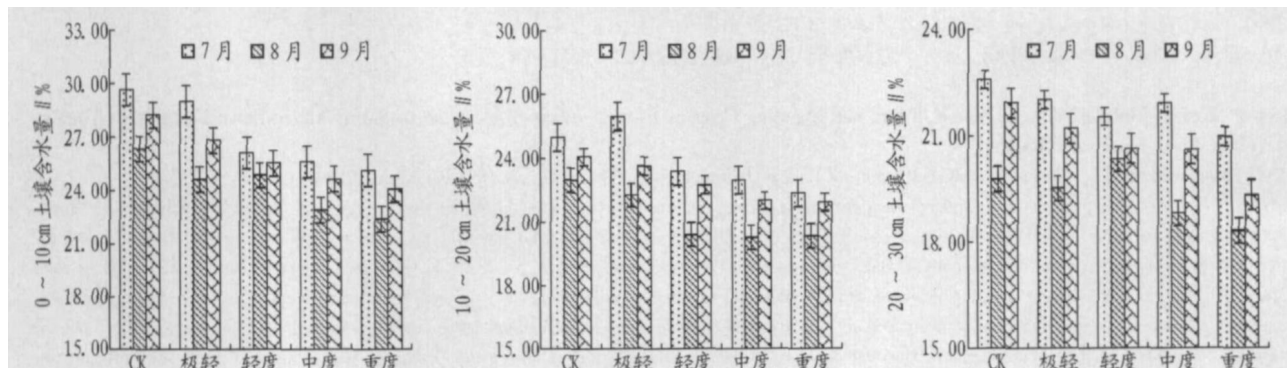


图1 不同土壤层水分含量随放牧率梯度的变化

2.2 放牧率对地上现存量放牧季节变化的影响 不同放牧率对地上现存量有明显的变化(图2)。从6月20日开始,地上现存量逐渐增加,但各放牧区最大值出现的时间有所不同。不同放牧率下地上现存量与放牧率之间的关系用二次方程拟合(表2)。不同放牧率梯度下地上现存量均呈单峰曲线变化,但随放牧率的增加,曲线的峰值下降,最大现存量减小,且峰值达到最大的时间也提前。由二次方程求得的地上现存量的最大值出现的时间列于表2。

表2 不同放牧率下地上现存量的季节动态曲线方程及特征值

放牧率	回归方程 $y = ax^2 + bx + c(a < 0)$			R^2	P值	最大值出现的天数 d
	a	b	c			
不放牧(CK)	-23.129 0	2 481.120	210.12	0.900 1	<0.01	80
极轻放牧	-29.712 0	292.580	173.20	0.941 1	<0.01	70
轻度放牧	-3.742 6	32.797	128.05	0.537 7	<0.02	66
中度放牧	-2.880 7	21.965	130.40	0.404 7	<0.10	57
重度放牧	-1.475 7	7.377 5	149.28	0.724 5	<0.01	38

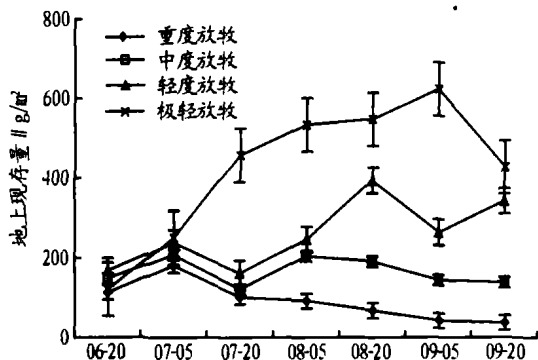


图2 地上现存量随放牧率梯度的季节变化

在牧草生长季节,地上现存量出现低—高一低的变化趋势,但随放牧率的增加,地上生物量的放牧利用率依次增加,现存量趋于减少(图2)。在极轻和轻度放牧下,地上现存量的季节变化主要受植物生长规律及降雨的影响;在中度和重度放牧,特别是重度放牧下,牦牛过度采食新生枝叶,使有效光合面积减小,从而影响对营养物质的积累和贮存。同时随着放牧时间的延长,植物生长发育所需的营养物质长期处于亏损状态,个体生物量下降,甚至造成死亡。另外,2003年8月份几乎未下雨,严重影响了植物生长,导致极轻放牧植物8月份生长缓慢,地上现存量相对较低,轻度放牧现存量8月中旬达到最大,到8月下旬至9月上旬降雨较多,植物

出现较大的补偿和超补偿性生长^[17],但由于牦牛的过度采食和补偿及超补偿性生长的有限性,现存量仍然降低^[13]。

2.3 不同功能群植物地上现存量及其组成的变化 随着放牧率的增加,地上现存量及其百分比组成降低,星星草和杂类草的地上现存量呈曲线变化,百分比组成呈上升趋势(图3,4)。这是因为放牧率的提高抑制了披碱草的生长和种子更新,导致披碱草地上生物量减少,而构成内禀冗余的植物(杂类草),虽不为被牦牛所喜食,但一些植物可被其他动物所利用,也可以补偿植被总盖度和现存量降低的损失^[17]。另外,一方面由于内禀冗余的存在,随放牧率的增加,披碱草种群群落补偿和超补偿作用加强,就会增加种群数量和生物量,补偿放牧率过高下群落功能的降低;另一方面,放牧率的提高,披碱草被牦牛大量采食,为星星草和杂类草(下繁草)的生长发育创造了条件,使它们能够竞争到更多的阳光、水分和土壤养分,因而杂类草和星星草的地上现存量和比例有所增加,使上繁草生产性能的降低和下繁草生产性能的增加趋向于建立更加稳定的群落关系^[13,14,17,18]。

2.4 放牧率与土壤含水量、地上现存量的关系 相关分析表明,放牧率与不同时期不同土壤层含水量呈负相关(表3),与披碱草地上现存量 and 总地上现存量呈极显著的正相关,与星星草和杂类草地上现存量呈二次回归关系(表4)。由回归方程可知,星星草和杂类草地上现存量达到最大的放

牧率分别是 6.36 和 8.07 头/hm²,也就是说,星星草地上现存量的最大值出现在轻度(5.26 头/hm²)和重度(8.00 头/hm²)之间,而杂类草的最大值出现在中度放牧,这说明江河源区混播人工草地的适宜放牧率是中度放牧。另外由于该试验

只进行了 3 个月,对于放牧试验来说可能时间太短,因此尚需进一步研究和探讨,以便科学合理确定放牧率与人工草地植被、土壤之间的变化规律。

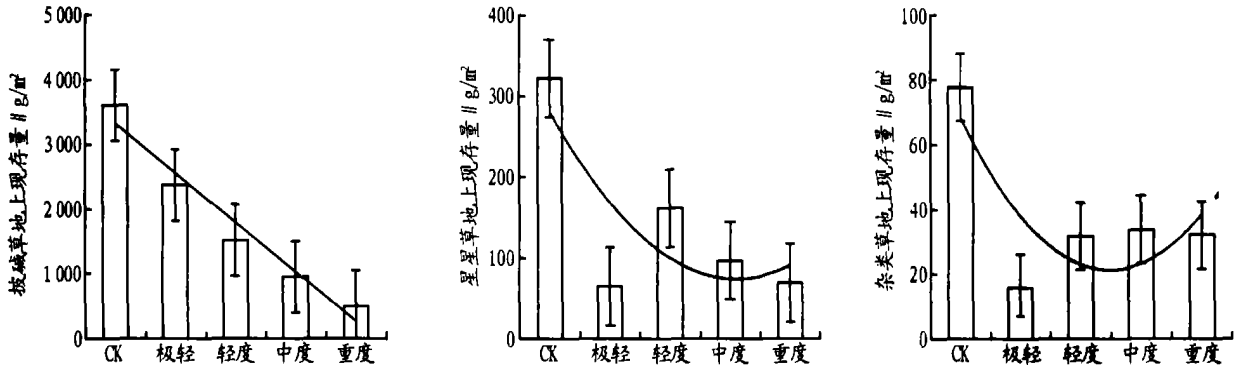


图 3 不同功能群植物的地上现存量

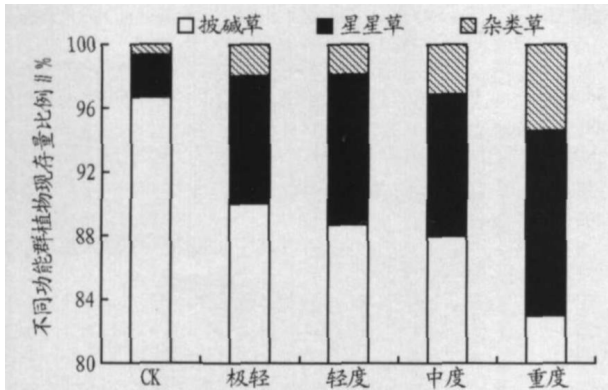


图 4 不同功能群植物地上现存量的组成

表 3 放牧率与各土壤层水分含量之间的回归方程

时间	土壤层深度 cm	回归方程 $y = a - bx (b > 0)$		相关系数 (R)	显著水平 P 值
		a	b		
7 月	0~10	29.649	0.4688	-0.9489	<0.02
	10~20	26.216	0.3698	-0.9557	<0.02
	20~30	28.043	0.4004	-0.9868	<0.01
8 月	0~10	25.614	0.3117	-0.8738	<0.10
	10~20	22.745	0.2772	-0.9281	<0.05
	20~30	24.098	0.2247	-0.9778	<0.01
9 月	0~10	22.469	0.1249	-0.8701	<0.10
	10~20	20.097	0.1318	-0.7189	>0.10
	20~30	21.902	0.2175	-0.9497	<0.02

表 4 放牧率与地上现存量之间的回归方程

功能群	回归方程 $y = ax^2 + bx + c$			相关系数 R^2	显著水平 P 值
	a	b	c		
披碱草	0	-234.64	2880.7	0.9811	<0.01
星星草	-4.5783	58.238	-47.119	0.6811	<0.10
杂类草	-0.6338	10.225	-6.0662	0.9748	<0.01
总地上现存量	0	-234.66	3007.1	0.9933	<0.01

3 讨论

人工草地的可持续利用与放牧管理密切相关,不同的放牧率对草地土壤性状的影响也不尽相同。在重度放牧强度下,由于家畜活动范围小,对土壤践踏程度高,地上植被盖度明显下降,土壤表层的蒸发量增加,土壤含水量下降^[16,20,21];同时土壤表面变的紧实,大气降水后,地表水分不易下渗,而

土壤水分向上传导的速度减慢,因而下层土壤的含水量变化不大,这不仅打破了人工草地土壤水分、容量和坚实度空间分布的时间稳定性,而且对草地植物的生长和群落结构产生不利影响^[22,23],最终导致草地退化。

地上现存量是反映草地生态环境的指标,其大小可判断草地状况和生产潜力。该试验中,随着放牧率的增加,地上现存量减小,这与随着放牧的增加草地生产力下降的惯论一致^[3,24-30];而且随放牧的增加,地上现存量的峰值降低,峰值出现的日期也提前,对照是 80 d,极轻度~重度放牧依此为 70、66、57 和 38 d,这与李永宏等在内蒙古草原上的结论相似^[31],也与董全民、陈友慷等在高寒草甸上的结果一致^[3,8]。

对混播草地而言,各种植物生态位的不同决定了它们对地上、地下光、热、水、土壤、养分利用的不同(竞争率),以及耐牧性的差异,最终导致其生产力的差异。试验中,随着放牧率的增加,披碱草地上现存量的百分比组成呈降低趋势,而星星草和杂类草的百分比组成呈上升趋势,而且在极轻放牧下,披碱草的竞争率出现了一边倒的现象^[14],但随着放牧率的增加,特别是中度放牧,披碱草、星星草和杂类草由相互拮抗转变为一定的协同关系。另外,通过不同功能群植物地上现存量最大值出现的放牧率可知,星星草地上现存量的最大值出现在轻度(5.26 头/hm²)和重度(8.00 头/hm²)之间(6.36 头/hm²),而杂类草的最大值出现在中度放牧附近(8.07 头/hm²),这说明江河源区混播人工草地的适宜放牧率是 60%。这一结果比董世魁等^[30]在天祝县甘肃农业大学高山草原试验站混播禾草草地得出的利用率为 30%的结论要高的多,但与朱志红、冯金虎、周立、董全民等^[19,31-33]在高寒草甸天然草地上适宜放牧利用率为 50%~60%的结论相近,也与苏连登等^[34]在鄂中丘陵地区苇状羊茅草地、蒋文兰等^[35]在贵州威宁豆禾混播草地上适宜放牧利用率为 60%的结论一致。

4 结论

- (1) 放牧率与各月不同土壤层含水量呈负相关关系。
- (2) 随放牧的增加,地上现存量的峰值降低,峰值出现的日期也提前,对照是 80 d(从实验开始计),极轻度~重度放牧依次为 70、66、57 和 38 d。
- (3) 随着放牧率的增加,披碱草的地上生物量和比例均

呈下降趋势,杂类草和星星草的地上生物量呈二次曲线变化趋势,而百分比组成呈上升趋势;星星草和杂类草地上现存量达到最大的放牧率分别是 6.36 和 8.07 头/hm²,说明江河源区混播人工草地的适宜牧草利用率是 60%。

参考文献

[1] 董全民,李青云,马玉寿.放牧强度对牦牛生长的影响[J].草地学报,2003,11(3):256-260.
 [2] 董全民,马玉寿,李青云,等.牦牛放牧率对小高草高寒草甸地上、地下生物量的影响[J].四川草原,2004,(2):20-27.
 [3] 董全民,李青云,马玉寿,等.牦牛放牧强度对高寒草甸暖季草场植被的影响[J].草业科学,2004,21(2):48-53.
 [4] 董全民,马玉寿,李青云,等.牦牛放牧率对高寒小高草草甸植物群落的影响[J].中国草地,2004,26(3):24-32.
 [5] 董全民,赵新全,李青云,等.牦牛放牧率对小高草(*K. parva*)高寒草甸暖季草场植物群落组成和植物多样性的影响[J].西北植物学报,2005,25(1):94-102.
 [6] 董全民,赵新全,马玉寿,等.牦牛放牧率和放牧季节对小高草(*Kobresia parva*)高寒草甸土壤养分的影响[J].生态学杂志,2005,24(7):729-735.
 [7] 董全民,赵新全,李青云,等.高寒小高草草甸的土壤养分因子及水分含量对牦牛放牧率的响应 II 冬季草甸土壤养分因子及水分含量的变化[J].土壤通报,2005,36(4):493-500.
 [8] 王晋峰,赵益新,陈友慷,等.牦牛不同放牧强度对草地植被组成与产量效应的研究[J].西南民族学院学报:自然科学版,1995,21(3):283-289.
 [9] 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):334-339.
 [10] 董全民,赵新全,马玉寿,等.牦牛放牧率对江河源区混播禾草种间竞争力及地上初级生产量的影响[J].中国草地,2005,27(2):1-8.
 [11] 董全民,赵新全,马玉寿,等.江河源区披碱草和星星草混播草地土壤物理性状对牦牛放牧率的响应[J].草业科学,2005,22(6):65-70.
 [12] 董全民,赵新全,马玉寿,等.放牧强度对江河源区披碱草/星星草混播草地群落和高原鼠兔的影响[J].西北农业学报,2006,15(2):28-33.
 [13] 董全民,赵新全,马玉寿,等.不同牦牛放牧率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,2006,28(3):5-15.
 [14] 董全民,赵新全,马玉寿,等.牦牛放牧率与江河源区垂穗披碱草/星星草混播草地第一性生产力关系的研究[J].农业网络信息,2006,(6):147-154.
 [15] 戎郁萍,韩建国,王培,等.放牧强度对草地土壤理化性质的影响[J].中国草地,2001(4):41-47.
 [16] 红梅,陈有君,李艳龙,等.不同放牧强度对土壤含水量及地上生物量的影响[J].内蒙古农业科技,1998(2):25-26.
 [17] 张荣,杜国祯.放牧草地群落的冗余与补偿[J].草业学报,2001,7(4):

13-19.
 [18] 安渊,李博,扬持,等.内蒙古大针茅草原草地生产力及其可持续利用研究 I 放牧系统植物地上现存量动态研究[J].草地学报,2001,9(2):22-27.
 [19] 王玉辉,何兴元,周广胜.放牧强度对羊草草原的影响[J].草地学报,2002,10(1):45-49.
 [20] 孙国荣,阎秀峰,李晶.星星草对碱化土壤物理性质的影响[J].草地学报,2002,10(2):118-123.
 [21] QUANMIN CAO, YANGHONG TANG, WENHONG MO, et al. Grazing intensity alters soil respiration in an alpine meadow on the tibetan plateau[J]. Soil Biology & Biochemistry, 2004, 36:237-243.
 [22] 周启友,岛田纯.土壤水空间分布结构的时间稳定性[J].土壤学报,2003,40(5):683-689.
 [23] Y GE JIE CHANG, C-X. Fu, G Y S Chan. Effect of soil water status on the physiological traits and the ecological replacement of two endangered species [J]. Changium Smyrnioides and Chuanninshen Violaecum Bot Bull Acad Sin, 2003, 44:291-296.
 [24] NOYMEIR I. Compensating growth of grazed plants and its relevance to the use of rangelands[J]. Ecological Application, 1993, 3:32-34.
 [25] CHRISTIANSEN S O, SRBICOR T. Grazing effects on shoot and root dynamics and above and below-ground non-structure carbohydrate in Caucasian bluestem[J]. Grass and Forage Science, 1998, 43(2):375-435.
 [26] BELSKY A J. Does herbivory benefit plants: a review of the evidence[J]. American Naturalist, 1996, 127:870-892.
 [27] 韩发, 贾桂英, 师生波, 等. 放牧强度对高寒草甸植物生长和生产力的作用[C]// 高寒草甸生态系统:第3集.北京:科学出版社,1991:81-88.
 [28] 王启基,周立民,王发刚.放牧强度对冬春草场植物群落结构及功能的效应分析[C]// 高寒草甸生态系统:第4集.北京:科学出版社,1995:353-364.
 [29] 刘伟,周立,王溪.不同放牧强度对植物及啮齿动物作用的研究[J].生态学报,1999,19(3):376-382.
 [30] 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.
 [31] 朱志红,王刚,赵松龄.不同放牧强度下高寒草甸矮高草无性系分株种群的地上生物量动态[J].中国草地,1994,3:10-14.
 [32] 冯金虎.不同放牧强度对高寒草甸草场的影响[J].青海畜牧兽医杂志,1989(3):15.
 [33] 周立,王启基,赵京,等.高寒草甸牧场最优放牧强度的研究.藏羊最大生产力放牧强度[C]// 高寒草甸生态系统:第4集.北京:科学出版社,1995:365-376.
 [34] 苏连登,罗远泉.鄂中丘陵苇状羊茅草地放牧强度试验[J].中国草地,1992(2):36.
 [35] 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影响[J].草业学报,1993(3):1-10.

(上接第 5600 页)
 害总体控制率达 96.8%,病害总体控制率达 91.7%,而常规

防治区分别只达 87.5%和 86.3%。而且,无害化防治区的产量比常规防治区增加 12.39%,蔬菜商品性有很大提高。

表3 病虫害控制效果

	甘蓝				西兰花			
	农药使用次	虫害总体	病害总体	平均产量	农药使用次	虫害总体	病害总体	平均产量
	数 次/年	控制率 %	控制率 %	t/hm ²	数 次/年	控制率 %	控制率 %	t/hm ²
无害化防治区	14	95.4	96.3	57.9	12	96.8	91.7	36.76
常规防治区	23	83.5	86.4	50.1	20	87.5	86.3	32.7

3 小结

(1) 试验表明,采用频振式杀虫灯、性信息素、高效低毒新农药等无害化防治措施,能使农药使用量比常规减少 40%左右,病虫综合防效达到 91%以上,且增加产量 10%~15%,同时蔬菜商品性有很大提高。

(2) 斜纹夜蛾、甜菜夜蛾、小菜蛾是甘蓝、西兰花的主要灾害性害虫,是造成蔬菜农药使用次数增多的主要因子。通过政府财政支持,大面积安装频振式杀虫灯,结合昆虫性

信息素的应用,可以大大杀死害虫成虫,起到了降低害虫落卵量、减轻田间为害程度、减少农药使用次数的目的,值得在蔬菜基地大力推广。

参考文献

[1] 王广富,王振学.黄瓜病虫害无害化防治技术[J].农业科技与信息,2005(7):29.
 [2] 吴训友.茄科蔬菜病虫害无害化防治技术[J].江西植保,2001(2):23-24.

