

西藏山南地区箭筈豌豆与春青稞混播效应研究

曹仲华^{1,2}, 魏 军³, 杨富裕⁴, 曹社会¹

(1 西北农林科技大学 动物科技学院, 陕西 杨凌 712100; 2 西藏自治区 农牧厅, 西藏 拉萨 850000;
3 西藏大学 理学院, 西藏 拉萨 850000; 4 中国农业大学 草地研究所, 北京 100094)

【摘 要】 【目的】探索箭筈豌豆(*Vicia Sativa* L. cv)与春青稞(*Hordeum Vulgare* L. cv)在西藏山南地区的适宜混播比例,为当地混播人工草地的建植提供科学依据。【方法】以箭筈豌豆和春青稞为试验材料,采用随机区组设计,研究了 5 种人工草地种植模式(V:100%箭筈豌豆+0%春青稞;VH₁:70%箭筈豌豆+30%春青稞;VH₂:50%箭筈豌豆+50%春青稞;VH₃:30%箭筈豌豆+70%春青稞;H:0%箭筈豌豆+100%春青稞)的混播效果。【结果】混播可明显提高产草量和牧草品质,不同混播比例间的产草量及饲草粗蛋白(CP)、粗脂肪(EE)、中性洗涤纤维(NDF)、酸性洗涤纤维(ADF)、钙(Ca)和磷(P)含量差异显著($P<0.05$);随着箭筈豌豆混播比例的增加,饲草粗蛋白、粗脂肪、Ca 和 P 含量随之增加,而 NDF、ADF 含量降低。【结论】5 种植植模式中,混播比例以 50%箭筈豌豆+50%春青稞为佳,在该种植模式下,产草量较高,品质较好,土壤有机质、全氮和速效钾含量提高。该混播比例可以在西藏山南地区推广应用。

【关键词】 箭筈豌豆;春青稞;混播效应;西藏山南地区

【中图分类号】 S812.8;S812.95 【文献标识码】 A 【文章编号】 1671-9387(2008)01-0073-06

Study on the effects of the common vetch-spring barley mixture
in the Shannan Area of Tibet

CAO Zhong-hua^{1,2}, WEI Jun³, YANG Fu-yu⁴, CAO She-hui¹

(1 College of Animal Science Technology, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;
2 Department of Agriculture and Animal Husbandry of Tibet, Lhasa, Tibet 850000, China;
3 College of Science, Tibet University, Lhasa, Tibet 850000, China;
4 Grassland Institute, China Agricultural University, Beijing 100094, China)

Abstract: 【Objective】 The study is to probe into the local suitable ratio and provide a scientific basis for the construction of mixed-pasture in Tibet. 【Method】 Common vetch(*Vicia Sativa* L. cv) and spring barley (*Hordeum Vulgare* L. cv) as the experimental materials and randomized block design was used to study five pasture planting model(V:100% common vetch+0% spring barley); VH₁ (70% common vetch +30% spring barley); VH₂ (50% common vetch+50% spring barley); VH₃ (30% common vetch+70% spring barley); H(0% common vetch+100% spring barley). 【Result】 The results showed that the vetch-barley mixture increased yield and quality of forage. There were significant differences in forage yield and the content of crude protein (CP), ether extract(EE), Neutral Detergent Fiber (NDF), Acid Detergent Fiber (ADF), Ca and P among the different treats ($P<0.05$); As the rate of vetch increased, the content of CP, EE, Ca and P increased but the content of NDF and ADF decreased. 【Conclusion】 50% common vetch +50% spring barley was the best among the different mixtures, it has higher forage yield and better quality; Contents of soil organic matter, total nitrogen and available potassium of soil were increased in the ex-

* 【收稿日期】 2006-12-29
【基金项目】 西藏自治区 2006 年度全区重点科研项目
【作者简介】 曹仲华(1973—),女,河南信阳人,在读硕士,主要从事草业科学研究。
【通讯作者】 曹社会(1954—),男,陕西礼泉人,副教授,主要从事草业科学和饲料科学研究。

periment. This ratio could be commended to be popularized in the Shannan area of Tibet .

Key words: common vetch; spring barley; mixture effect; shannan district of Tibet

牧草混播不仅可以提高产量^[1-2],增加饲草的蛋白质和矿质元素含量,改善饲草品质^[3-4]并便于收获调制,而且可以提高土壤肥力^[5],减轻杂草和病虫害的危害^[6],因而牧草混播的理论与技术一直是草业科学研究的重要方面。自威廉士提出豆科与禾本科牧草混播按种子以 1∶1 比例建植的理论以来,国内外关于牧草混播的理论技术研究得到了迅速发展^[7-11]。箭筈豌豆与禾本科一年生混播人工草地的研究^[9-15]表明,以合理比例混播可以提高产草量、改善牧草品质,但各地的适宜比例因自然环境、农业生产条件和利用目的不同而差异较大,提出的不同地域的垂直比例有 3∶7^[9]、1∶2^[11]、1∶1^[13]等。而且目前的大多数研究仅停留在产草量、粗蛋白、中性洗涤纤维(NDF)、酸性洗涤纤维(ADF)等简单的比较水平上,涉及粗脂肪、Ca、P、钙磷比以及土壤肥力变化的系统综合性研究极少。

西藏是我国的主要牧区之一,但其冬季缺草严重,草畜矛盾十分突出,迄今尚未见有关西藏地区混播人工草地的研究报道,而研究适于西藏地区建植的人工草地,对西藏畜牧业的发展将具有十分重要的战略意义。为此,本研究选用当地箭筈豌豆与一年生粮饲兼用作物春青稞,在西藏农区进行了不同比例混播试验,系统综合地分析研究了一年生牧草混播对饲草产量、品质及草地土壤肥力变化的影响,探索了当地适宜的混播比例,以期为西藏地区混播人工草地的建设提供参考。

1 试验区自然概况

试验区地处西藏乃东县境内的山南地区草原站农场,该区位于东经 91°46′,北纬 29°15′,海拔 3 551 m。当地年均气温 8.3℃,年极端最低温-18.2℃,年极端最高温 30℃,≥0℃的年积温 3 057℃;年均降水量 385.1 mm,6~9 月降水量占全年降水量的

88.3%,年均蒸发量 2 713 mm,是降水量的 7 倍;年均≥8 级大风时数 107.4 h;年均相对湿度 43%;无霜期 140 d。全年日照 2 938.6 h,年太阳辐射量 7 407.7 MJ/m²。试验区地势平坦,土壤为沙土,土壤有机质含量 10.49 g/kg,全氮含量 0.77 g/kg,速效氮含量 69.4 mg/kg,全磷含量 0.53 g/kg,速效磷含量 7.1 mg/kg,速效钾含量 24.3 mg/kg,pH 值 7.67。

2 材料与方法

2.1 供试材料

箭筈豌豆(*Vicia sativa* L. cv)为西牧 324,纯净度 90.84%,发芽率 83%,由山南地区草原站提供;春青稞(*Hordeum vulgare* L. cv)为藏青 320,纯净度 90%,发芽率 95%,由山南地区农科所提供。

2.2 播种时间与方法

2006-04-07,采用人工开沟条播,行距 30 cm,播深 5 cm,播后覆土镇压。前茬作物为山油 2 号油菜。播前施农家肥 30 000 kg/hm²、磷酸二胺 112.5 kg/hm²作基肥。田间管理措施与当地一年生人工草地相同,于 2006-07 底春青稞乳熟末期、箭筈豌豆结荚期进行刈割。

2.3 试验设计

试验共设 5 个处理,即 V:100%箭筈豌豆+0%春青稞;VH₁:70%箭筈豌豆+30%春青稞;VH₂:50%箭筈豌豆+50%春青稞;VH₃:30%箭筈豌豆+70%春青稞;H:0%箭筈豌豆+100%春青稞。随机区组排列,重复 3 次,小区面积 3 m×4 m。箭筈豌豆单播播种量为 150 kg/hm²,春青稞单播播种量为 225 kg/hm²。混播中各组分的实际播种量按 $K=HT/X$ (其中 K 为混播时的播种量, H 为种子用价 100%时该草的单播量(kg/hm²), T 为该草在混播中所占的比例, X 为该草的种子用价(%))计算^[1]。5 个处理中 2 种供试材料中的实际播种量详见表 1。

表 1 箭筈豌豆与春青稞按不同比例混播时的实际播种量

Table 1 Sowing density at different sowing ratio with common vetch and spring barley mixture pasture						kg/hm ²
品种 Variety	处理 Treatment					
	V	VH ₁	VH ₂	VH ₃	H	
箭筈豌豆 Common vetch	198.94	139.26	99.47	59.68	0	
春青稞 Spring barley	0	78.95	131.58	184.21	263.16	

2.4 测定内容与方法

2.4.1 饲草的产量与品质 (1)产草量。采用刈割

法测定,样方面积 1 m×1 m,3 次重复,称重计算鲜草产量;于 105℃烘 30 min,80℃烘 12 h 称重计算

干草产量。(2)饲草品质。干草烘干样品粉碎后过 0.42 mm(40 目筛),用 FOSS2300 型全自动凯氏定氮仪测定饲草中的氮含量;常规法测定粗脂肪含量; Tecator1022 型半自动纤维分析仪测定中性洗涤纤维(NDF)和酸性洗涤纤维(ADF)含量;美热电公司 Solaar M6 型原子吸收分光光度计测定含 Ca 量; 752 型紫外可见光度计测定含 P 量。具体操作规程见文献[16]。

2.4.2 土壤的培肥能力 播种前和刈割后分别在各小区取 0~30 cm 土样 1 kg,晾干装袋。土壤有机质含量用重铬酸钾-硫酸氧化法测定;pH 值先用蒸馏水浸提(土水体积比 1:5) 15 min 后,用 pHS-29A 型酸度计测定;全 N 用半微量凯氏定氮法测定;全 P 经 HClO₄-浓 H₂SO₄ 外加热消煮后,采用分光光度计测定;全 K 用 HClO₄-浓 H₂SO₄ 外加热消煮后,用火焰光度计法测定;速效 N 用碱解扩散法测定;速效 P 用 0.5 mol/L NaHCO₃ 浸提后,采用钼锑抗比色法-Olsen 法测定;速效 K 用 1 mol/L NH₄Ac 浸提后,采用火焰光度计法测定。具体操作

方法参见文献[17]。

2.4.3 数据分析 用 SAS 软件进行 Duncan 多重比较与回归分析。

3 结果与分析

3.1 箭筈豌豆与春青稞按不同比例混播的产草量比较

箭筈豌豆与春青稞按不同比例混播的产草量见表 2。由表 2 可知,单播春青稞时的干草产量最高。随着春青稞播种比例的增加,干草产量随之增加,说明青稞在混播中占据主导地位,在竞争中处于优势。方差分析结果显示,2 种牧草不同比例混播处理与单播箭筈豌豆处理间干草产量的差异达极显著水平($P<0.01$),VH₁、VH₂ 和 VH₃ 处理的干草产量分别较 V 处理提高 37.3%,38.8%和 56.7%。以 X(箭筈豌豆播种比例)为自变量,以 Y(干草产量)为因变量进行回归分析,可得其回归方程为: $Y=1.2452-0.5797X+0.0263X^2$, $R^2=0.9065$ 。

表 2 箭筈豌豆与春青稞不同比例混播的产草量与营养品质比较

Table 2 Comparison of yield and nutritional quality at different sowing ratio with common vetch and spring barley mixture pasture

处理 Treatments	鲜草产量/ (kg·m ⁻²) Fresh weight	干草产量/ (kg·m ⁻²) Hay	粗蛋白/ (g·kg ⁻¹) Crude protein content	粗脂肪/ (g·kg ⁻¹) Ether extract	中性洗涤 纤维/ (g·kg ⁻¹) Neutral detergent fiber	酸性洗涤 纤维/ (g·kg ⁻¹) Acid detergent fiber	Ca/ (g·kg ⁻¹)	P/ (g·kg ⁻¹)	Ca:P
V	3.35 Aa	0.67 Cc	182.4 Aa	39.1 Aa	510.2 Cd	265.9 Bb	12.6 Aa	2.88 Aa	4.37
VH ₁	2.76 Ab	0.92 BCb	90.1 Bb	24.0 ABab	587.7 Bc	289.3 ABa	6.9 Bb	2.36 Bb	2.92
VH ₂	2.70 Ab	0.93 BCb	89.2 Bb	23.7 BbCc	617.2 Bbc	305.2 Aa	5.9 BCc	1.96 Cc	3.01
VH ₃	2.73 Ab	1.05 ABb	80.8 Cc	23.1 BbCc	624.3 Bb	307.3 Aa	4.5 Cd	1.48 Dd	3.04
H	2.15 BC	1.26 Aa	59.8 Dd	21.0 Cc	635.4 Aa	327.6 Aa	2.1 De	1.20 Ee	1.75

注:同列数据后标不同大写字母者表示差异极显著($P<0.01$),标不同小写字母者表示差异显著($P<0.05$)。下表同。

Note: Different capital letters and different small letters indicate the extremely significant difference($P<0.01$) and the significant difference($P<0.05$) among different mixing rate, respectively. The following table is the same .

3.2 箭筈豌豆与春青稞按不同比例混播的营养品质比较

3.2.1 粗蛋白(CP)含量 粗蛋白是饲料中含氮物质的总称,含有各种必需氨基酸,是决定牧草饲用营养价值的重要基础^[18]。由表 2 可知,2 种牧草不同混播比例处理间 CP 含量差异极显著($P<0.01$),VH₁、VH₂ 和 VH₃ 处理的粗蛋白含量分别较 H(单播春青稞)处理提高 50.6%,49.1%和 35.2%。混播中箭筈豌豆的比例越高,其 CP 含量也就越高,这与周青平等^[10]、马春晖等^[13]的试验结果相似。以 X(箭筈豌豆播种比例)为自变量,以 Y(牧草 CP 含量(%))为因变量进行回归分析,可得其回归方程为:

$Y=6.6073-4.089X+14.9787X^2$, $R^2=0.9171$;
回归方程拟合较好,达到了极显著水平。

3.2.2 中性洗涤纤维(NDF)和酸性洗涤纤维(ADF)含量 牧草的中性洗涤纤维(NDF)含量与家畜对干物质的采食量呈负相关^[19],NDF 含量与家畜干物质采食量(DMI)的相关系数为-0.76,如果 NDF 含量增加,家畜采食量将会下降;酸性洗涤纤维(ADF)含量则直接影响牧草的消化率^[20],其含量越高,牧草消化率越低。由表 2 可知,单播箭筈豌豆处理牧草的 NDF 和 ADF 含量最低,随箭筈豌豆混播比例降低,牧草中 NDF 和 ADF 含量增加。方差分析结果表明,2 种牧草不同混播比例处理间的

NDF 和 ADF 含量差异极显著,这与马春晖等^[13]关于不同播量、施氮量和不同刈割期对燕麦+箭筈豌豆混播人工草地牧草产量和品质影响的研究结果相似。以 X (箭筈豌豆播种比例)为自变量,以 Y_1 (牧草 NDF 含量(%))和 Y_2 (牧草 ADF 含量(%))为因变量进行回归分析,可得其回归方程分别为: $Y_1=63.286\ 1+4.681\ 6X-16.742\ 8X^2$, $R^2=0.903\ 6$; $Y_2=32.613\ 8-3.964\ 4X-1.977\ 0X^2$, $R^2=0.886\ 1$ 。

3.2.3 粗脂肪(EE)含量 粗脂肪是富含热能的养分,是提供能量的主要物质,在饲料中是仅次于粗蛋白的重要能源物质,对饲料的品质有重要影响^[18]。从表 2 可以看出,单播箭筈豌豆处理牧草中的 EE 值最高,随着箭筈豌豆混播比例的降低,其 EE 含量也随之降低。方差分析结果表明,2 种牧草不同播种比例处理间的 EE 含量差异极显著($P<0.01$)。以 X (箭筈豌豆播种比例)为自变量,以 Y (牧草 EE 含量(%))为因变量进行回归分析,得到的回归方程为: $Y=2.201\ 7-1.239\ 5X+2.831\ 0X^2$, $R^2=0.912\ 9$ 。

3.2.4 Ca、P 含量 Ca 和 P 是构成家畜机体骨骼和牙齿的基础原料,是动物体内必需的矿物元素^[21]。方差分析结果显示,2 种牧草不同混播比例

处理间 Ca 和 P 含量差异极显著($P<0.01$)。随箭筈豌豆混播比例的降低,牧草中 Ca 和 P 含量均呈下降趋势。以箭筈豌豆的播种比例为自变量 X ,以牧草 Ca 和 P 含量分别为因变量 Y_1 和 Y_2 ,其回归方程分别为: $Y_1=0.246\ 6+0.331\ 3X+0.622\ 1X^2$, $R^2=0.899\ 2$; $Y_2=0.116\ 4+0.133\ 9X+0.040\ 3X^2$, $R^2=0.989\ 5$ 。

饲草中 Ca:P 为 1:1~3:1 时,适宜于家畜骨骼的生长发育和正常代谢^[22],低于 1:1 或高于 7:1 均会影响动物对 Ca、P 的吸收与利用,从而发生骨营养不良^[23]。饲草的含磷量对反刍动物很重要,当其含磷量小于 1.7 g/kg 时,会导致母牛的繁殖能力降低^[24]。从表 2 可知,V(单播箭筈豌豆)处理中的 Ca:P 值最高,为 4.375;H(单播春青稞)处理的 Ca:P 值最低,为 1.75。随着箭筈豌豆混播比例的减少,牧草中 Ca:P 值逐渐降低。5 个处理中,VH₂(50%箭筈豌豆+50%春青稞)处理的 Ca:P 值为 3.01:1, Ca:P 值较为适宜。

3.3 箭筈豌豆与春青稞按不同比例混播对土壤养分含量的影响

箭筈豌豆与春青稞按不同比例混播,播前与收获后土壤的养分变化情况见表 3。

表 3 箭筈豌豆与春青稞按不同比例混播对牧草地土壤养分状况的影响

Table 3 Soil nutrition of different sowing ratio with common vetch and spring barley mixture pasture

处理 Treatments	有机质/ (g·kg ⁻¹) Organic matter	全氮/ (g·kg ⁻¹) Total nitrogen	速效 N/(mg·kg ⁻¹) Available nitrogen	速效 P/ (mg·kg ⁻¹) Available phosphorus	速效 K/(mg·kg ⁻¹) Available potassium	pH
播前 Presowing	10.49	0.77	69.40	7.10	24.30	7.67
V	11.30 Aa	1.02 Aa	17.74 Aa	4.92 De	24.60 Bc	7.18
VH ₁	10.90 Aa	0.90 ABb	10.47 Bb	5.72 Cd	25.10 Bc	7.22
VH ₂	10.70 Aa	0.86 ABb	8.15 Cc	6.15 Bc	25.80 Bbc	7.41
VH ₃	10.50 Aa	0.85 ABb	7.25 Dd	6.38 Bb	27.00 Bb	7.46
H	10.50 Aa	0.81 Bb	4.95 Ee	6.85 Aa	30.70 Aa	7.58

3.3.1 有机质含量 由表 3 可知,各处理土壤有机质含量较播种前均有所提高,提高幅度为 0.95%~7.7%,但有机质提高比例随箭筈豌豆混播比例的降低和春青稞混播比例的升高而降低,5 个混播处理中,以单播箭筈豌豆处理的有机质含量最高,以 70%春青稞处理和单播春青稞处理的有机质含量最低。各处理土壤有机质含量增加幅度与箭筈豌豆的混种比例有一定相关性($r=0.734$)。因此,箭筈豌豆具有增加土壤有机质含量,提高土壤肥力的作用。方差分析表明,各处理间土壤有机质提高幅度的差异均未达显著水平($P>0.05$),这可能与西藏地区温度低,有机质分解慢;箭筈豌豆生长量小,遗留给土壤的有机质少和播前施用有机肥较多等有关。

3.3.2 全氮含量 牧草地土壤耕作层全氮含量与有机质含量的变化趋势相似,其中单播箭筈豌豆处理的土壤全氮含量较播前提高了 32.4%,各混播处理土壤的全氮含量平均较播前提高 12.9%,单播春青稞处理提高 5.1%,各混播处理和 H 处理与 V 处理间存在显著差异($P<0.05$)。这是由于箭筈豌豆为豆科植物,豆科牧草根瘤能固定大气中的氮素,使土壤全氮含量增加,因此箭筈豌豆播种比例越高的草地,土壤全氮含量的增加幅度越大。以箭筈豌豆的播种比例为自变量 X ,以土壤中的全氮含量(g/kg)为因变量 Y 进行回归分析,可得其回归方程为: $Y=0.810\ 4+0.207\ 9X-0.402\ 6X^2+0.404\ 8X^3$, $R^2=0.848$ 。

3.3.3 速效 N 与速效 P 含量 由表 3 可知,各处理土壤的速效 N 和速效 P 含量均较播种前有所下降,其中速效 N 含量下降较多,下降幅度为 74.4%~92.8%,5 个处理中以单播春青稞处理的下降幅度最大,其次为混播处理,平均下降 87.5%。这是因为牧草营养生长消耗了大量的 N 素,从而导致速效氮含量降低。2 种牧草各混播比例处理间土壤速效 N 含量差异极显著($P<0.01$)。单播箭筈豌豆的速效 N 含量最高,随着箭筈豌豆混播比例的降低,其速效 N 含量也随之降低。以箭筈豌豆的播种比例为自变量 X ,以速效氮含量(mg/kg)为因变量 Y ,其回归方程为: $Y=5.289\ 9-0.147\ 8\ X+12.284\ X^2$, $R^2=0.982$ 。

由表 3 可知,各处理土壤速效 P 含量的下降幅度为 3.5%~30.7%,随箭筈豌豆播种比例降低,土壤速效 P 含量下降幅度减少。这可能是由于箭筈豌豆的固氮作用使土壤的氮磷供应平衡受到影响,较充裕的氮供应促使牧草吸收了更多的磷,从而导致箭筈豌豆播种比例高的草地土壤有效磷含量反而较低。若以箭筈豌豆的播种比例为自变量 X ,以土壤中速效磷含量(mg/kg)为因变量 Y 进行回归分析,可得其回归方程为: $Y=6.826\ 9-0.975\ X-0.916\ 3X^2$, $R^2=0.988$ 。

3.3.4 速效钾含量 由表 3 可知,各处理土壤速效 K 含量均较播种前有所提高,提高幅度为 1.2%~26.3%,其中单播春青稞的提高幅度较大;其次为各混播处理,平均提高 6.8%;单播春青稞处理土壤的速效 K 含量与其他各处理间差异极显著($P<0.01$)。随着箭筈豌豆混播比例的降低,土壤速效 K 含量逐渐增加,这可能与春青稞生物量大,根系分泌有机酸多,促进了土壤 K 素的转化有关。以箭筈豌豆的播种比例为自变量 X ,以速效 K 的含量为因变量 Y ,可得回归方程为: $Y=30.603\ 9-13.429\ X+7.514\ 8\ X^2$, $R^2=0.956$ 。

4 结 论

1)箭筈豌豆与春青稞混播后,干草产量较单播箭筈豌豆平均提高 44.47%,差异达极显著水平($P<0.01$)。随着箭筈豌豆播种比例的增加,饲草粗蛋白、粗脂肪含量增加,中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维含量降低,Ca:P 比例增大,显著地改善了饲草品质。

2)一年生箭筈豌豆与春青稞混播,能提高土壤有机质、全氮和速效钾含量,使土壤 pH 值降低,可

显著提高土壤肥力。

3)在本试验条件下,综合考虑试验结果可知,50%箭筈豌豆与 50%春青稞混种时,其干草产量及饲草中粗蛋白、粗脂肪含量都相对较高,可以满足饲料生产中产量、营养及能量的要求;NDF 和 ADF 含量较低,有利于家畜对饲料的采食及消化;Ca:P 接近 3:1,有利于家畜骨骼的生长发育和正常代谢。因此,该混播比例适合于在西藏山南及类似地区推广,有利于提高人工草地的产量、牧草品质和土壤肥力。

【参考文献】

- [1] 董宽虎,沈益新. 饲草生产学[M]. 北京:中国农业出版社,2003:226-234.
Dong K H, Seng Y X. Forage production[M]. Beijing: China Agriculture Press, 2003: 226-234. (in Chinese)
- [2] Zhou G Y, Weng J, Zeng Y. Introduction of exogenous DNA into cotton embryos[J]. Method in Enzymology, 1983, 10(1): 433-481.
- [3] Luo Z X, Wu R. A simple method for the transformation of rice via the pollen tube pathway[J]. Plant Mol Biol Rep, 1988, 6(3): 165-174.
- [4] 李伟忠, 马振良, 李 晶, 等. 高寒地区一年生牧草及饲料作物混播群体研究[J]. 黑龙江农业科学, 2006(3): 72-75.
Li W Z, Ma Z L, Li J, et al. Summary of studies on mixture population of annual forage and feed crops in high and latitude cold area[J]. Heilongjiang Agricultural Sciences, 2006(3): 72-75. (in Chinese)
- [5] 王 刚, 蒋文兰. 人工草地群落组成与土壤中速效氮磷的关系[J]. 草地学报, 1995, 3(1): 42-47.
Wang G, Jiang W L. Relationships between the composition of pastures quick-acting phosphorus and nitrogen[J]. Journal of Grassland, 1995, 3(1): 42-47. (in Chinese)
- [6] 陈宝书. 牧草饲料作物栽培学[M]. 北京:中国农业出版社, 2001:142-145.
Chen B S. Forage and crop cultivation[M]. Beijing: China Agriculture Press, 2001: 142-145. (in Chinese)
- [7] Heichel G H, Henjum K I. Di Nitrogen fixation, nitrogen transfer, and productivity of forage legume-grass communities[J]. Crop Science, 1991, 31: 202-208.
- [8] Ledgard S F, Brier G J, Littler R A. Legume production and nitrogen fixation in hill pasture communities[J]. New Zealand Journal of Agricultural Research, 1987, 30: 413-421.
- [9] 安成孝. 燕麦与箭舌豌豆混播对产草量的影响[J]. 中国草食动物, 1986(4): 9.
An C X. Effect of oat-common vetch mixture on forage yield [J]. China Herbivores, 1986(4): 9. (in Chinese)
- [10] 周青平, 王柳英. 箭筈豌豆与燕麦混播的产量与草群结构的初步研究[J]. 青海草业, 1992, 22(4): 37-43.
Zhou Q P, Wang L Y. Preliminary studies on yield and com-

munity constitution of vetch-oat mixture[J]. Qinghai Prataculture,1992,22(4):37-43. (in Chinese)

[11] 韩志林,车敦仁,周青平,等. 青海东部农区不同山地燕麦与箭筈豌豆混播试验初报[J]. 青海畜牧兽医杂志,1992,22(4):18-19.

Han Z L,Che D R,Zhou Q P,et al. An enxperiment on mix-sowing of oats and common vetch in farming area of Qinghai [J]. Chinese Qinghai Journal of Animal and Veterinary Science,1992,22(4):18-19. (in Chinese)

[12] 德科加,徐成体. 贵南森多地区一年生禾豆饲草混播试验[J]. 青海草业,1998,7(4):19.

De K J,Xu C T. Test of mixed sowing with forage grasses and leguminous grasses in Sendo Guinan [J]. Qinghai Prataculture,1998,7(4):19. (in Chinese)

[13] 马春晖,韩建国,李鸿祥,等. 播种比例、施氮量和刈割期对混播草地牧草产量和质量的影响[J]. 中国草地,1999(4):9-16.

Ma C H,Han J G,Li H X,et al. Effect of seeding rates,nitrogen fertilizer and harvest time on the yield and quality of oat vetch mixture[J]. Grassland of China,1999(4):9-16. (in Chinese)

[14] 张耀生,赵新全,周兴民. 高寒牧区三种豆科牧草与燕麦混播的试验研究[J]. 草业学报,2001,10(1):13-19.

Zhang Y S,Zhao X Q,Zhou X M. Mixed cropping of oat with three leguminous pasture species in alpine pastoral area[J]. Acta Pratacultural Science,2001,10(1):13-19. (in Chinese)

[15] 何双琴. 贵南县禾豆混播及产草量测定[J]. 青海草业,2004,13(2):19.

He S Q. Mixture of gramineous grass and leguminous grass and menguration of herbage yield in guinan county[J]. Qinghai Prataculture,2004,13(2):19. (in Chinese)

[16] 杨 胜. 饲料分析及饲料质量检测技术[M]. 北京:北京农业大学出版社,1993.

Yang S. Feedstuff analysis and qaulity detection technology [M]. Beijing:Beijing Agricultural University Press,1993. (in Chinese)

[17] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海:上海科学技术出版社,1983.

Nanjing Soil Research Institute of Chinese Academy of Sciences. Physilogical and chemical analysis of soil[M]. Shanghai:Shanghai Science and Technology Press,1983. (in Chinese)

[18] 韩友文. 饲料与饲养学[M]. 北京:中国农业出版社,1997.

Hai Y W. Feeds and feeding[M]. Beijing:China Agriculture Press,1997. (in Chinese)

[19] 贾慎修. 草地学[M]. 2 版. 北京:农业出版社,1995:85-114;210-215.

Jia S X. Grassland science[M]. 2th edition. Beijing: Agriculture Press,1995:85-114;210-215.

[20] Marten G C. 放牧研究:设计方法与分析[M]. 李永宏,汪诗平,尹永军,等译. 北京:气象出版社,1997:68-81.

Marten G C. Grazing research: design method and analysis [M]. Li Y H,Wang S P,Yin Y J,et al. Translation. Beijing: Meteorology Press,1997:68-81. (in Chinese)

[21] 杨 凤. 动物营养学[M]. 北京:中国农业出版社,2001:104-105.

Yang F. Animal nutrition [M]. Beijing: China Agriculture Press,2001:104-105. (in Chinese)

[22] Blood D C. Veterinary medicine[M]. 7th edition. London: Bail-liere Tindall,1989:402-409.

[23] 王宗元,曹光辛. 动物矿物质营养代谢与疾病[M]. 上海:上海科学技术出版社,1995:26-44.

Wang Z Y,Cao G X. Nutrition metabolism and disease of animal mineral matter [M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press,1995:26-44. (in Chinese)

[24] 王正银,胡尚钦,孙彭寿,等. 作物营养与品质[M]. 北京:中国农业科技出版社,1999:138-146.

Wang Z Y,Hu S Q,Sun P S,et al. Crop nutrition and qaulity [M]. Beijing:China Agriculture Science Press,1999:138-146. (in Chinese)