

晋牧 1 号在南方红壤区的产草量·营养价值及饲养效果研究

平俊爱^{1,2,3}, 谢国强⁴, 张福耀^{1,2,3}, 何余湧⁴, 吴志勇⁵, 王荣民⁵, 吕鑫^{1,2,3}, 杜志宏^{1,2}, 李慧明^{1,2,3}, 牛皓^{1,2,3}, 王玉斌^{1,2,3}

(1. 山西省农业科学院高粱研究所, 山西晋中 030600; 2. 高粱遗传与种质创新山西省重点实验室, 山西晋中 030600; 3. 农业部黄土高原作物基因资源与种质创制重点实验室, 山西太原 030031; 4. 江西农业大学, 江西南昌 330045; 5. 江西省畜牧技术推广站, 江西南昌 330044)

摘要 [目的]探索南方红壤区高丹草用做青饲料的可能性。[方法]研究了晋牧 1 号高丹草在南方红壤区的产草量、营养成分及各营养成分的表观消化率,并进行了山羊的饲养试验,研究晋牧 1 号的饲喂效果。[结果]晋牧 1 号高丹草的干草产量为 21.02 t/hm²,植株粗蛋白含量为 12.2%,干物质消化率为 84.5%。利用高丹草饲喂山羊,添加一定量的精料能显著提高其增重效果和经济效益,适宜的精料添加量占总干物质采食量的 30%左右。[结论]晋牧 1 号高丹草作为青饲料饲喂山羊,其饲料品质及饲喂效果优于象草,应在南方红壤区大力推广种植。

关键词 高丹草;南方红壤区;产草量;营养价值
中图分类号 S514 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)35-0094-03

Study on the Grass Yield, Nutritive Value and Feeding Effect of Jinmu No. 1 in Red Soil Region of Southern China
PING Jun-ai^{1,2,3}, XIE Guo-qiang⁴, ZHANG Fu-yao^{1,2,3} et al (1. Sorghum Institute, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Jinzhong, Shanxi 030600; 2. Shanxi Key Laboratory of Sorghum Genetics and Germplasm Enhancement, Jinzhong, Shanxi 030600; 3. Key Laboratory of Crop Gene Resources and Germplasm Enhancement on Loess Plateau, Ministry of Agriculture, Taiyuan, Shanxi 030031; 4. Jiangxi Agricultural University, Nanchang, Jiangxi 330045)
Abstract [Objective] The research aimed to discuss the feasibility of *Sorghum bicolor* L. as green forage in red soil regions of southern China. [Method] The grass yield, nutritive value and apparent digestion rate of nutrients of *S. bicolor* Jinmu 1 in red soil regions of southern China were studied. The feeding trial on goat was carried out and the feeding effects of Jinmu No. 1 were studied. [Result] The hay yield of Jinmu No. 1 was 21.02 t/hm², the crude protein content in the plants was 12.2%, and dry matter's digestion rate was 84.5%. When the test goats were fed with *S. bicolor*, adding some amount of concentrate could increase the weight gain effects and economic benefits. The appropriate adding proportion of concentrate in total dry matter's intake was about 30%. [Conclusion] The feed quality and feeding effects of Jinmu No. 1 as green forage were better than that of *Pennisetum purpureum*, so it should be popularized to be planted in red soil regions of southern China.
Key words *Sorghum bicolor*; Red soil regions of southern China; Grass yield; Nutritive value

南方红壤地区属于亚热带季风性湿润气候, 水热资源丰富, 特别适合营养体农业的发展; 同时, 该地区有丰富的草地和农副产品资源, 这些为草食畜禽的发展提供了优越的条件^[1]。然而, 随着畜牧业的持续、快速发展, 我国饲料资源短缺问题可能进一步加剧。开发与利用秸秆等非常规饲料资源是缓解饲料资源短缺、人畜争粮矛盾的有效措施^[2]。若要在该区大力发展草食畜禽生产, 面临的首要问题就是青饲料供应不均衡的问题, 尤其缺少高品质夏季牧草的问题。高丹草是禾本科饲草新品种, 由高粱不育系和苏丹草测交组配而成, 具有高粱和苏丹草的优良性状。高丹草综合了高粱茎粗、叶大、耐旱、耐盐碱等优点以及苏丹草分蘖多、再生能力强等优点, 杂交优势明显, 是一种适应性强、高产、优质的新型夏季牧草, 特别是其植株粗蛋白含量在 14% 以上, 这在热带禾本科牧草中是很少见的。目前关于高丹草的研究主要以栽培和利用为主, 其在动物生产中的应用报道较少。笔者

研究了晋牧 1 号高丹草在南方红壤区的产草量、营养成分及各营养成分的表观消化率, 并进行了羊的饲养试验, 研究晋牧 1 号的饲喂效果, 旨在为高丹草在南方红壤区的栽培及利用提供一些理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验地位于江西省畜牧技术推广站内, 距南昌市约 10 km。年均降水量 1 596.4 mm, 分布不均匀, 70% 的降水集中在春季和春夏之交, 无霜期 280 d, 日照时数 1 903.9 h, ≥10℃有效积温 5 569.1℃。

1.2 产草量试验

1.2.1 品种及来源。试验品种为晋牧 1 号, 由山西省农业科学院高粱研究所提供。

1.2.2 栽培及管理。于 2015 年 5 月中旬播种, 翻地前施鲜牛粪 7.5 t/hm²、钙镁磷肥 750 kg/hm² 作为底肥。播种量为 45 kg/hm², 条播, 行距 50 cm, 播深 2 cm。播后轻覆土。苗高 10 cm 左右和每次刈割后追施尿素、氯化钾各 75 kg/hm²。

1.2.3 产草量的测定。随机设置 3 个 2 m² 大小的样方, 并用木桩框住。当晋牧 1 号长至 1.5 m 左右时进行第 1 次刈割, 留茬高度为 10 cm。每个样方取 3 株样品, 进行营养成分分析。

1.3 营养成分的测定 于 65℃烘箱中烘至恒重测定初水分含量。干物质、粗蛋白、粗灰分、粗脂肪、粗纤维、钙、磷含量的测定采用国家标准规定的方法^[3]测定。

基金项目 现代农业产业技术体系建设专项(CARS-06); 酿造专用高粱育种及利用山西省科技创新重点团队运行补助项目(201605D131044-07); 山西省重点研发计划重点项目(201703D211002-9-1); 山西省农业科学院生物育种工程项目(17yzgc031); 山西省农业科学院优势课题组自选项目(YYS1706); 高粱遗传育种与种质创新山西省重点实验室青年基金课题(GLS16-3)。
作者简介 平俊爱(1968—), 女, 山西运城人, 研究员, 硕士, 从事高粱遗传育种研究。
收稿日期 2018-07-10

1.4 消化率测定

1.4.1 试验动物。选择体格、体重相近的 1~2 岁健康的波尔山羊与本地山羊杂交成年公羊 6 只。将 6 只公羊分成 2 组(I,II组),每组 3 只。

1.4.2 试验方法。试验采用全粪法。试验日粮为晋牧 1 号(20%)和基础日粮(80%)的混合日粮。每天日粮供给量占山羊体重的 4%左右。I组先测定基础日粮的消化率,然后再测定混合日粮(20%晋牧 1 号+80%基础日粮)的消化率;II组先测定混合日粮的消化率,再测定基础日粮的消化率。

试验分 3 期进行,准备期为 10 d,预饲期为 10 d,正饲期为 6 d。正饲期前 1 d 给每只羊分别称取试验用草及基础日粮,同时抽取 10%供分析用。08:00 和 17:00 各饲喂 1 次,2 次饲喂量相同;第 2 天早晨称取剩余草量,同时采用四分法取样,6 d 后全部烘干称重,测定初水分后取样装瓶备用。每 12 h 收集粪便并称取排粪量 1 次,采用四分法取 5%粪样供分析用。试验期间,山羊自由饮水。

1.4.3 样品分析。测定采集粪样的水分、粗蛋白、粗灰分、粗脂肪、粗纤维、钙、磷含量及能量,计算各营养物质的消化率及消化能。常规营养成分的测定方法同“1.3”,能量测定采用灼烧法^[3]。

1.5 饲养试验

1.5.1 供试动物及试验处理。选择 3 月龄体重相近、体格健康的波尔山羊与本地山羊的杂交羊 30 只,随机分成 6 组,每组 5 只。各处理饲喂情况见表 1。

表 1 各处理饲喂情况			
Table 1 The feeding situations in each treatment			
处理 Treatment	基础料 Basic diet	补充料 Supplementary feed	
		花生稿 Peanut stalk	精料量 Concentrate amount//g
①	晋牧 1 号,自由采食	自由采食	0
②	晋牧 1 号,自由采食	自由采食	40
③	晋牧 1 号,自由采食	自由采食	80
④	晋牧 1 号,自由采食	自由采食	120
⑤	晋牧 1 号,自由采食	自由采食	160
⑥	象草,自由采食	自由采食	80

表 3 各茬晋牧 1 号常规营养成分的测定结果								
Table 3 The determination results of conventional nutrients of Jinmu No. 1 in each stubble								
茬次 Stubble No.	干物质 DM	粗蛋白 CP	粗纤维 CF	粗脂肪 EE	无氮浸出物 NFE	灰分 Ash	钙 Ca	磷 P
1	10.52	12.32	26.26	2.63	44.65	14.14	0.92	0.46
2	11.36	11.16	24.41	2.72	50.67	11.04	0.92	0.19
3	10.67	12.50	23.40	3.06	50.42	10.62	0.87	0.18
4	19.89	12.84	20.69	2.56	56.25	7.66	0.84	0.19
均值 Average	13.11	12.21	23.69	2.74	50.50	10.87	0.89	0.26

2.3 消化率 供试羊对晋牧 1 号高丹草各营养物质的表现消化率如下:对干物质的消化率达 84.49%,对粗蛋白、粗纤维、粗脂肪、能量、无氮浸出物、钙、磷和水分的表现消化率分别为 62.46%、36.96%、70.04%、60.54%、67.01%、13.12%、15.94%和 27.87%。对干物质、粗蛋白、粗脂肪、能量、无氮浸

1.5.2 饲养管理。6 组羊均于同一栋栏内饲养。驱虫后称重并编号,早晨空腹时进行称重。预饲期为 10 d,正饲期为 90 d。

每天 07:00 和 16:00 饲喂 2 次,先投入精料,吃完后再分别投入干草和青料,精料量按试验设计分 2 次投喂,青料和干草自由采食,每天每次投喂前分别称取精料、青料和干草重量,同时取样备用;第 2 天早晨 07:00 喂料前收集并称取青料、干草的剩余量,并取样备用,分别记录各种饲草的投喂量和剩余量。混合 15 d 的样品形成一个混合样品,对其进行常规营养成分分析。精料配方为玉米 50%、豆粕 14%、麸皮 15%、花生饼 16%、预混料 5%。

1.5.3 测定项目与方法。测定项目与方法同“1.3”。

1.6 数据统计与分析 试验数据使用 Microsoft Excel 软件进行统计分析,采用 SSR 法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 产草量 由表 2 可知,晋牧 1 号的鲜草产量为 172.72 t/hm²,干草产量为 21.02 t/hm²。第 1 茬产量最高,此后依次递减。

表 2 晋牧 1 号各茬产草量统计		
Table 2 The grass yield statistics of Jinmu No. 1 in each stubble		
茬次 Stubble No.	鲜草产量 Fresh grass yield	干草产量 Hay yield
1	63.45	7.18
2	48.57	4.84
3	36.60	4.82
4	24.10	4.19
总计 Total	172.72	21.02

2.2 营养成分 由表 3 可知,各茬晋牧 1 号的平均干物质含量为 13.11%,粗蛋白含量为 12.21%,粗纤维含量为 23.69%,粗脂肪含量为 2.74%,无氮浸出物含量为 50.50%,灰分含量为 10.87%,钙含量为 0.89%,磷含量为 0.26%。各茬同种营养成分含量虽稍有变化,但基本一致。

出物的表观消化率均较高,而对灰分、钙、磷的表观消化率则较低。

2.4 饲养效果

2.4.1 各处理日粮的采食量。从表 4 可以看出,添加精料并不能提高山羊总干物质的采食量,晋牧 1 号高丹草的采食

量随精料的添加量而递减,各组花生稿的采食量无明显 差异。

表 4 各处理日粮采食量比较
Table 4 The feed intake comparison of diet in different treatments

组别 Group	采食量 Feed intake//g/(kg·d)				花生稿采食量占总干物质 采食量的比例 Proportion of peanut stalk's intake in total dry matter's intake//%	补充精料采食量占总干物质 采食量的比例 Proportion of supplementary concentrate in total dry matter's intake//%
	基础日粮 Basic diet	花生稿 Peanut stalk	补充精料 Supplementary concentrate	总干物质 Total dry matter		
I	9.57	7.75	0	17.32	44.75	0
II	6.44	7.02	1.72	15.18	46.25	11.33
III	5.63	7.15	3.77	16.55	43.20	22.78
IV	5.09	5.60	5.02	15.71	35.65	31.95
V	5.00	5.84	6.03	16.87	34.62	35.74
VI	8.10	7.06	4.28	19.44	36.32	22.02

2.4.2 增重效果。由表 5 可知,在各处理组中,V 组增重效果最好,其日增重及平均增重最高,分别为 0.263 kg/d 和 23.670 kg/只,显著高于 II、IV 组 ($P<0.05$),且极显著高于 I、III、IV 组 ($P<0.01$)。V 组饲料采食量及转化率最高。I 组增重成本最高,而精料组中 IV 组增重成本最高,II、V 组最低。

表 5 各组试验山羊的增重效果
Table 5 The weight gain effect of test goats in each group

组别 Group	平均日增重 Daily weight gain kg/d	饲料转化率 Feed conversion rate %	平均饲料采食量 Average feed intake kg/只	饲料成本 Feed cost 元/kg	平均增重 Average weight gain kg/只	增重成本 Weighting cost 元/kg
I	0.084 eD	5.45	138.652	20.17	7.560	2.67
II	0.195 bcAB	12.96	135.394	25.01	17.550	1.43
III	0.153 cdBC	12.03	114.429	27.13	13.770	1.97
IV	0.211 bAB	16.10	117.980	32.63	18.990	1.72
V	0.263 aA	17.85	132.582	39.91	23.670	1.69
VI	0.111 dC	10.37	96.352	24.48	9.990	2.45

注:同列不同小写字母表示差异显著 ($P<0.05$),同列不同大写字母表示差异极显著 ($P<0.01$)
Note: Different small letters in the same column indicated significant differences ($P<0.05$); different capital letters in the same column indicated extremely significant differences ($P<0.01$)

3 讨论

(1)该试验结果表明,晋牧 1 号粗蛋白含量为 12.21%,干物质消化率达 84.49%,在补充同等精料的条件下,其饲养效果显著高于桂牧一号象草,这在热带 C4 牧草中是很少见的,因此晋牧 1 号具有极高的应用价值,值得在南方红壤地区大力推广应用。

(2)随着生育期的推进,牧草中粗蛋白和粗脂肪含量逐渐下降,粗纤维含量逐渐增加^[4-5]。该试验结果表明,适时刈割能有利于消除这一影响,株高为 1.5 m 时进行刈割,除第 2 茬外,干物质中粗蛋白含量在 12% 以上,粗纤维含量均在 26% 以下。因此,在使用晋牧 1 号饲养草食畜禽时,适宜的刈割高度显得尤为重要,这与谢国强等^[6]对雀稗草的研究结果相一致。

(3)消化试验结果表明,晋牧 1 号具有较高的干物质、能量、粗蛋白、粗脂肪和无氮浸出物表观消化率,但其钙、磷的表观消化率较低,这可能与其单宁含量较高有关。因此,应用晋牧 1 号饲喂牲畜时要注意补充一定量的钙、磷等矿物质营养。

(4)前人研究表明,应用粗饲料饲养反刍动物,在一定范围内,随着精料添加量的增加,牲畜总干物质采食量增加,若精料饲喂量过大,瘤胃承担淀粉消化,发酵分解为低级脂肪酸,使瘤胃 pH 下降,不利于粗纤维的分解,抑制了粗饲料的采食^[6-10],与该试验结果不一致。应用高丹草饲喂山羊,添

加精料并不能提高山羊的总干物质采食量,其原因可能是高丹草具有较高的粗蛋白含量,且各种营养成分的消化率较高,因此补充精料并不能提高山羊的总干物质采食量。

(5)该研究结果表明,在一定范围内,精料的添加量越高,其日增重也越大。这可能是因为随着精料添加量的增加,日粮中可消化营养物质增加,营养水平升高,体内蛋白质和脂肪的沉积增加,而山羊的体重也随之增加。应用高丹草饲喂山羊,补充一定量的精料虽然不能提高山羊的总干物质采食量,但能显著提高山羊的生产性能和经济效益,用其养羊时应添加一定量的精料,其添加量占日粮总干物质采食量的 30% 左右为宜。

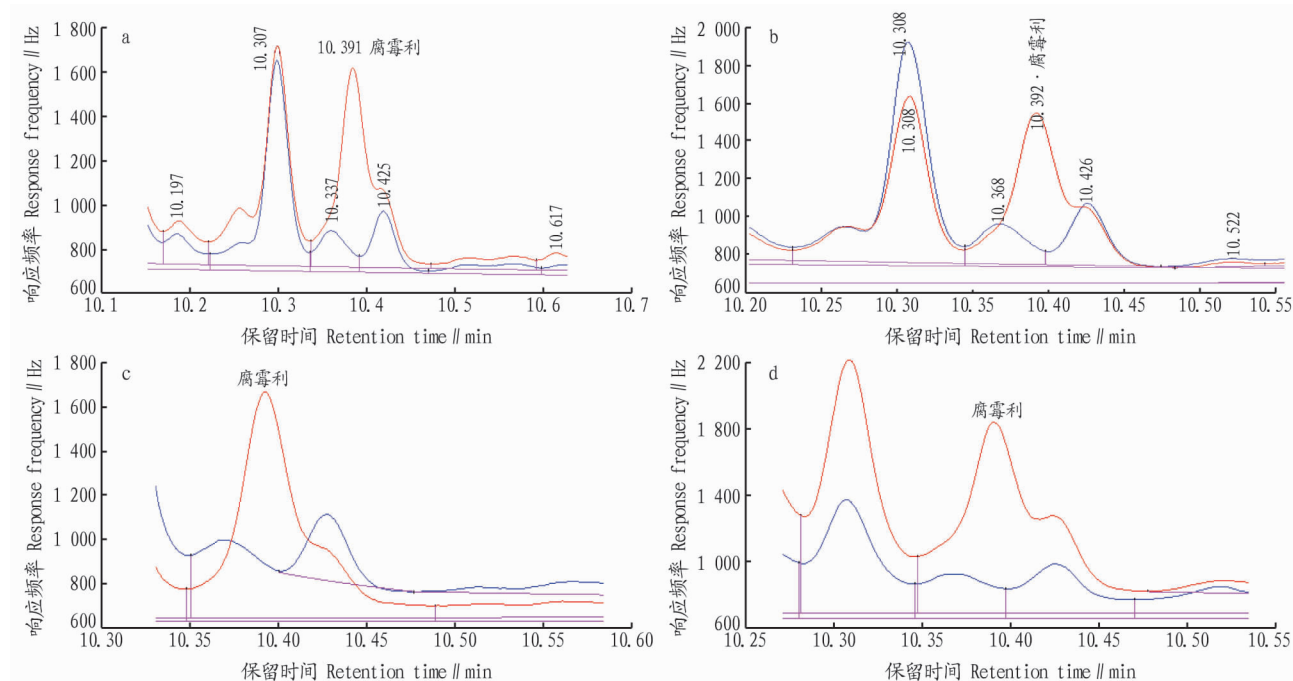
4 结论

(1)晋牧 1 号具有产草量高、营养价值丰富、各种营养成分消化率高、饲养效果好等优点,值得在南方红壤区大力推广应用。

(2)应用晋牧 1 号饲喂山羊,虽然不能提高总干物质的采食量,但能显著提高山羊的生产性能和养殖经济效益,因此用晋牧 1 号饲喂山羊时应添加一定量的补充精料,其添加量占日粮总干物质采食量的 30% 左右为宜。

参考文献

[1] 谢国强,石庆华,何余湧.江西肉牛生产的现状及建议[J].江西农业大学学报,2003,25(3):452-455.



注: a. 弗洛里夕净化的香葱空白(蓝色)和加标(红色)对比; b. 中性氧化铝净化的香葱空白和加标对比; c. PSA 净化的香葱空白和加标对比; d. 石墨烯净化的香葱空白和加标对比

Note: a. Floridian purified chives blank (blue) and spiked (red) contrast; b. Neutral alumina purified chives blank and spiked contrast; c. PSA purified chives blank and spike comparison; d. Graphene purified chives blank and spike comparison

图 3 4 种材料净化作用对腐霉利测定的影响对比

Fig. 3 Comparison of the effects of purification of four materials on the determination of procymidone

参考文献

- [1] 刘燕群, 李玉萍, 梁伟红, 等. 发达国家农产品农药残留现状及启示[J]. 农业经济问题, 2008(4): 106-109.
- [2] ANASTASSIADES M, LEHOTAY S J, STAJNBAHER D, et al. Fast and easy multiresidue method employing acetonitrile extraction/partitioning and "dispersive solid-phase extraction" for the determination of pesticide residues in produce[J]. Journal of AOAC International, 2003, 86(2): 412-431.
- [3] 王艳艳, 毕思远, 冯冬亮, 等. QuEChERS-气相色谱测定辣椒中的 8 种有机磷农药残留[J]. 安徽农业科学, 2017, 45(30): 94-95, 124.
- [4] ZHANG A Z, WANG Q L, CAO L L, et al. Determination of 250 pesticide residues in vegetables using QuEChERS-ultra performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry[J]. Chinese journal of chromatography, 2016, 34(2): 158-164.
- [5] 黄梅花, 林玉娟, 杨钦沾, 等. QuEChERS-气相色谱(FPD)法测定甜玉米中 21 种农药残留量[J]. 化学研究与应用, 2017, 29(8): 1258-1264.
- [6] WAN H B, WONG M K, LI P Y, et al. Small-scale multi-residue method for the determination of organochlorine and pyrethroid pesticides in vegetables[J]. Journal of chromatography A, 1994, 662(1): 147-152.
- [7] 范丽丽, 王娟, 吴加伦. 气相色谱法测定铁皮石斛、浙贝母和人参中噻菌酯残留[J]. 分析科学学报, 2017, 33(2): 222-226.
- [8] 梅文泉, 陈兴连, 汪禄祥, 等. 固相萃取-气相色谱-质谱联用法测定葱姜蒜中 12 种农药残留量[J]. 西南农业学报, 2016, 29(9): 2138-2143.
- [9] 刘晓亮, 郭泽旺, 黄璐璐, 等. 多壁碳纳米管分散固相萃取气相色谱法检测蔬菜中 23 种农药残留[J]. 南方农业学报, 2016, 47(3): 401-406.
- [10] GUAN W B, LI C S, LIU X, et al. Graphene as dispersive solidphase extraction materials for pesticides LC-MS/MS multi-residue analysis in leek, onion and garlic[J]. Food additives & contaminants: Part A, 2014, 31(2): 250-261.
- [11] 尤亚林, 李慧, 潘思秩, 等. 细香葱提取物对人胃癌细胞 SGC7901 抑制作用[J]. 食品科学, 2017, 38(3): 176-181.
- [12] 何洪巨, 王希丽, 张建丽. GC-MS 法测定大蒜、细香葱、小葱中的挥发性物质[J]. 分析测试学报, 2004, 23(Z1): 98-100, 103.
- [13] 孙艳艳. 大蒜农药残留检测中干扰物净化材料的筛选与净化技术研究[D]. 沈阳: 沈阳药科大学, 2009.
- [14] 关文碧. 基于碳材料的农药多残留分析与水中污染物的脱氯降解研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2016.
- [15] 武晓丽. 几种纳米材料在农药残留和有机污染物分析方面的应用[D]. 北京: 中国农业大学, 2017.
- [16] 方海仙, 汪禄祥, 陈兴连, 等. 分散固相萃取净化-气相色谱法测定大米中 4 种农药残留[J]. 食品安全质量检测学报, 2017, 8(11): 4388-4393.
- [17] 王正玮, 熊丽, 高云海, 等. 羧基化氧化石墨烯的制备及其电化学性能[J]. 云南民族大学学报(自然科学版), 2013, 22(2): 86-90.
- [18] 王正玮, 熊丽, 高云海, 等. 羧基化氧化石墨烯的制备及其电化学性能[J]. 草地学报, 2004, 12(1): 31-35.
- [19] 陈功. 高寒地区一年生人工草地-藏羔羊育肥能量转化效率研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2001.
- [20] 孟庆翔, 熊易强. 秸秆氨化与精料添加对羔羊生产性能的影响[J]. 畜牧兽医学报, 1993, 24(1): 23-28.
- [21] AITCHISON E M, GILL M S, DHANOA M S, et al. The effect of digestibility and forage species on the removal of digesta from the rumen and the voluntary intake of hay by sheep[J]. British journal of nutrition, 1986, 56(2): 463-476.
- [22] CAMPLING R C. In physiology of digestion and metabolism in the ruminant[M]. Newcastle: Oriel Press, 1970.

(上接第 96 页)

- [2] 黄勇, 马娇丽, 王启贵, 等. 青绿甜高粱秸秆替代部分全价饲料对鹅生长性能、屠宰性能及肉质的影响[J]. 畜牧兽医学报, 2017, 48(3): 483-491.
- [3] 中国标准出版社第一编辑室. 中国农业标准汇编: 饲料卷[M]. 北京: 中国标准出版社, 2001: 92-113.
- [4] 裴彩霞, 董宽虎, 范华. 不同刈割期和干燥方法对牧草营养成分含量的影响[J]. 中国草地, 2002, 24(1): 32-37.
- [5] 梁欢, 游永亮, 李源, 等. 高丹草青贮加工及饲喂利用技术研究进展[J]. 草地学报, 2015, 23(5): 936-943.
- [6] 谢国强, 何余湧, 程树芳, 等. 雀稗草产草量、营养价值及饲喂效果的研