

滇东北黑麦栽培利用现状与推广应用前景

欧阳青¹, 钟声¹, 沈蓉², 李世平¹, 袁福锦¹, 任健³, 刘彦培¹

(1. 云南省草地动物科学研究院, 云南 昆明 650212; 2. 云南省巧家县农业局, 云南 巧家 654600;

3. 云南农业动物科学技术学院, 云南 昆明 650201)

摘要:通过入户访问和田间调查相结合的方式,对滇东北广为种植黑麦(*Secale cereale*)的来源、利用现状、病害发生状况、生产性能、播种方式等进行了调查。结果表明:黑麦于20世纪60年代中期引入云南东北地区,通过长期栽培与选择,已成为高寒山区优良的旱季饲用作物,孕穗期粗蛋白含量达到18.6%,孕穗期前可多次刈割,平均干草产量达6.187 t/hm²,2018年滇东北种植面积超过18 000 hm²,适宜海拔2 000~2 500 m的山区冬春季作粗饲料使用。加强滇东北黑麦推广应用对于缓解云南干季草畜季节矛盾,确保云南草牧业可持续发展有重要意义。

关键词:滇东北;黑麦;饲用栽培;比较效益;应用前景

中图分类号:S512.5 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-5500(2022)01-0127-07

DOI: 10.13817/j.cnki.cyy.2022.01.017



黑麦(*Secale cereale*)是禾本科黑麦属一年生或越年生草本植物,原产中亚及地中海地区,后经巴尔干半岛向西传遍欧洲。黑麦耐寒、抗旱、耐盐,耐铝性极强,抗逆性优于其他谷类作物,在世界各地广泛种植^[1-2]。黑麦为世界寒冷地区重要的饲粮兼用型作物,尤其在极端寒冷、积雪覆盖时间超过3个月的地区,其栽培重要性尚无可替代^[3-4]。黑麦于20世纪50年代末至60年代初引入我国^[5],在70年代末至80年代,粗饲料品种“冬牧70”在我国北方成功试种^[6]。之后,黑麦在我国黄淮海平原冬闲田资源中的饲用栽培价值及推广利

用前景逐渐引起了人们重视^[7]。在所有的小粒谷物中,黑麦的碳水化合物含量高^[8]。黑麦具有产量高、品质好、适应性广等特性,作为一种优质饲料作物,有较高的利用价值^[9-10]。云南省地处中国西南边陲,发展草地畜牧业有得天独厚的优势,有条件建设成为我国重要的现代化草地畜牧业生产基地^[11]。受自然地理环境的影响,云南干湿季分明,干季饲草资源不足,已成为制约云南省草地畜牧业可持续发展的重要因素^[12]。因此,寻找优良饲用作物品种、丰富饲草来源较为迫切。

云南滇东北高寒地区群众有秋播黑麦用作干季粗饲料的传统习惯,且目前黑麦种植面积相对稳定。通过长期的栽培利用与选择,滇东北黑麦已成为优秀的饲用农家品种。为了更好地发挥该品种在云贵高原区干季平衡草畜矛盾的作用,本研究从病害发生率、产量及饲料价值等方面开展了相关调查研究。

1 材料和方法

1.1 研究区概况

研究区位于滇东高原东北部,包括曲靖市,昭通市及昆明市寻甸县和东川区。该区域地势东南部、西部和中部较高,北部和东北部较低,向金沙江和四川盆地倾斜,最高峰在乌蒙山西南端白龙塘附近,海拔

收稿日期:2020-05-19; **修回日期:**2020-08-15

基金项目:重大科技专项-云南省草地动物科学研究院科技创新及成果转化(2019ZG011);鸭茅种子高产性状的遗传分析与抗落粒性的分子标记(3160579);云南优良乡土草适应性评价与筛选;云南现代农业草产业技术体系(2017KJTX0018)

作者简介:欧阳青(1990-),女,云南德钦人,硕士,助理研究员,主要从事牧草栽培及种质资源研究。

E-mail:oyq929@163.com

钟声为通信作者。

E-mail:13085383682@126.com

4 300 m,大部分地区气候偏湿凉,高寒层面积较大,因海拔高差悬殊,气候的垂直地带性十分明显。在金沙江和其他河谷两岸热量较高(如巧家、东川等地),年均温 17~22 ℃。海拔 1 500~2 200 m 的昭通、鲁甸、曲靖马龙等地,年均温 11~13 ℃,霜期 150 d 左右。

1.2 研究方法

在滇东北地区黑麦主要栽培区域进行走访调查,梳理黑麦最初来源,明确其栽培时整地方法、播种时间、播种量、播种方法、施肥、除杂、刈割利用等田间栽培技术措施。通过田间调查,明确不同栽培管理技术措施对滇东北黑麦病害发生、饲草产量及品质的影响。其中,品种来源以走访调查为主;田间栽培管理措施以农户自述为主;病害发生、饲草产量及品质等采取农户自述与田间实际观测相结合的方法。

1.2.1 病害 根据实地调查,重点了解黑麦锈病(*Puccinia* spp.)的发生情况。其中发病率每个调查对象随机观测 20 个株丛。病情指数每个调查对象随机观测 100 个叶片。病害分级标准为:0 级:无病斑;1 级:病斑面积占整个叶面积的 5%以下;2 级:病斑面积占整个叶面积的 6%~10%;3 级:病斑面积占整个叶面积的 11%~25%;4 级:病斑面积占整个叶面积的 26%~50%;5 级:病斑面积占整个叶面积的 50%以上。依据调查数据计算发病率和病情指数。

发病率(%) = (发病植株数/调查总植株数) × 100%

病情指数(%) = $\frac{\sum \text{各级病株数} \times \text{相应级数}}{\text{调查总株数} \times \text{最高分级数}} \times 100\%$

1.2.2 饲草产量、茎叶比 在田间调查的基础上,选取有代表性地块进行测产。每个调查地块随机测 4 个点,每个点测产面积为 30 m²,齐地刈割后称鲜重。并随机取样 1 kg 鲜草。将茎和叶分离开,置于烘箱中 105 ℃杀青 5 min,65 ℃烘干至恒重,测其干重,计算茎叶比^[13]。

1.2.3 营养成分 将调查点随机取样的鲜草(1 kg)带回实验室,称重后磨碎,过 1 mm 孔筛,测定营养成分,测定的指标包括粗蛋白、粗脂肪、粗灰分、粗纤维、钙、总磷含量。

粗蛋白(CP)含量测定采用凯氏定氮法;粗脂肪(EE)含量测定采用石油醚提取法;粗灰分(Ash)含量测定采用 550 ℃高温灼烧法;粗纤维(CF)含量参考文

献[13]的方法进行测定;钙(Ca)含量测定采用高锰酸钾间接滴定法;总磷(P)含量测定采用钼黄分光光度法;

无氮浸出物含量(NFE%) = DM% - CP% - EE% - CF% - Ash%。

1.2.4 经济效益 以青贮玉米为对照,开展青贮玉米和滇东北黑麦的经济效益比较。

种植成本:包括种子、肥料、整地、播种、农药等费用;

产值:牧草产量 × 收购价

效益 = 产值 - 种植成本 - 收获成本。

2 结果与分析

2.1 品种来源

黑麦在滇东北地区栽培历史较长,当地群众普遍称为“小红麦”。在相关农技推广部门走访调查中得知,黑麦最初来源没有档案或文献记载,但在当地栽培历史较长,以群众自发种植为主。据巧家县农业局在 1980 年曾从事农技推广工作的离退休老职工回忆,黑麦为苏联引进品种,于 20 世纪 60 年代中期从山西引入云南昭通彝良县试种并取得成功。1967 年,昭通市组织全市农技人员到彝良县参观学习,并在昭通及毗邻区域推广。引入滇东北栽培时最初名称就是“黑麦”。作为耐旱、耐寒的粗饲料作物品种,先后在滇东北江边河谷、二半山区、高二半山区试点种植,最终被二半山区、高二半山区的农民接受。在推广应用,被农民改称为“小红麦”,并沿用至今。

2.2 种植区域及规模

经调查,滇东北黑麦种植区域集中于曲靖、昭通、昆明等海拔在 1 900~2 700 m 的冷凉山区。种植面积相对稳定,面积较大的县(市)有巧家、寻甸、会泽、马龙、宣威等。

表 1 滇东北黑麦饲用种植面积

Table 1 The planting area of feed rye in northeast

时间/年	Yunnan			合计
	种植面积			
	昭通	曲靖	昆明	
2016	8 467	6 000	3 200	17 667
2017	7 933	6 267	3 467	17 667
2018	8 667	6 667	3 000	18 333

2.3 栽培管理

2.3.1 播种时间及播种量 滇东北黑麦以秋播为主。

播种时间通常为 9 月中下旬。有时受玉米、烤烟等前茬作物收获时间影响,最晚播种时间在 10 月中下旬。

滇东北黑麦饲用栽培以单播为主,各地播种量差异较大。在昭通巧家、昆明寻甸等地播种量较高,为 120~150 kg/hm²;曲靖马龙等地播种量较低,为 50~75 kg/hm²。调查结果显示,播种量较大时的主要优点有:(1)提高地表早期覆盖速度,从而抑制苗期的杂草生长;(2)多次刈割利用可显著提高第 1 茬的饲草产量。主要缺点是茎秆较细弱,生长后期易全倒伏。结合播种时间考虑,10 月前完成播种,成熟期一次性刈割收干草利用时,播种量对饲草产量无影响。10 月中下旬完成播种,播种量较高则有利于提高饲草产量。

在滇东北黑麦与光叶紫花苜混播的种植模式较少,混播按种子重量计算,通常为 1:1,总用种量 60~90 kg/hm²。田间调查结果表明:黑麦与光叶紫花苜混播比黑麦单播,对饲草产量、品质,对黑麦锈病的抑制作用均有明显改善,但不利于光叶紫花苜与黑麦共生。

2.3.2 播种方式 滇东北黑麦目前有条播和撒播两种播种方式,两种播种方式均较常见。播前通常采用全翻耕整地,用重耙耙平表土。昭通等地多采取条播,行距 30~40 cm,播种后覆土深度 4~5 cm;曲靖、昆明等地常采用撒播,播种后轻耙表土完成覆土。而地块较小的台地条播时,种植户多采用人工或牛犁开沟条

播,行距 40~50 cm,播种后覆土深度 6~10 cm;面积较大的地块,有时采用机械播种,机械播种的行距 40 cm,播种后覆土深度 5 cm 左右。撒播时采用人工或机械将种子撒入翻耕耙平的地块,然后再耙一次表土,使种子与土壤混合。调查结果显示:10 月以前播种,条播和撒播对黑麦生长及饲草产量均无明显影响;播种时间较晚时,条播的出苗情况好于撒播。

滇东北黑麦播种后田间管理粗放,通常不灌溉也不施任何肥料。少数农户在播种当年 11 月末对播种较早、杂草生长旺盛的地块采用阔叶型除草剂进行杂草防除。

2.4 利用现状

滇东北黑麦营养期再生性好,青贮刈割适宜在孕穗期前进行,开花后再再生性较差,适合一次性刈割。刈干草是滇东北黑麦目前主要的利用方式,通常在乳熟期一次性刈割。滇东北黑麦生育期较短,播种时间对干草的收获时间影响较大(表 2)。据种植户反映:播种当年长势较旺盛时,12 月末青刈利用一次对防止生长后期倒伏,提高干草产量有一定作用。

滇东北黑麦饲用栽培目前主要用于成熟期一次性刈割晾晒干草。播种时间较早,通常在 1 月初青刈利用一次,以防止生长后期倒伏。少数养殖企业或合作社,采用全年倒茬模式种植,以提供稳定的粗饲料供应,但总体规模不大。

表 2 不同海拔地区滇东北黑麦播种与刈割时间

Table 2 Sowing and grazing of rye in northeast Yunnan at different altitudes

海拔	9 月中旬播种	10 月上旬播种	10 月下旬播种
2 200 m 以下	次年 1 月刈干草	次年 1 月青刈利用一次,次年 3 月刈干草	次年 3—4 月刈干草
2 300~2 600 m	次年 1 月青刈利用一次,次年 3 月刈干草	次年 3—4 月刈干草	次年 4—5 月刈干草
2 700 m 以上	次年 4 月刈干草	次年 5 月刈干草	—

2.5 饲草产量

滇东北黑麦在较为粗放的田间管理条件下,生长季内孕穗期青刈利用可刈割 2—3 次,鲜草产量 27~36 kg/hm²,折合干草 5.4~7.2 t/hm²。滇东北黑麦刈干草时产量为 5~7 t/hm²,不同调查地点干草产量差异较大,主要原因是土壤肥力差异,与海拔及播种时间关系不大。同一区域相似土壤条件下,与光叶紫花苜混播时的产量略高于单播(表 3)。

2.6 病害发生情况

据调查,滇东北黑麦以锈病危害最为严重,刈割可以有效降低锈病危害。滇东北黑麦锈病的发生通常从下部叶片开始出现,逐渐向中上部叶片扩散。生长季内未刈割,成熟期一次性刈干草时,基部叶片已全部枯死,中部叶片枯黄比例超过 50%,病斑面积超过 10%,上部叶片虽然能保持青绿,但多有不同程度的病斑出现。滇东北黑麦在不同种植区域、不同生长阶段锈病

发病率均较高,至开花期时,所有植株均感病(表4)。从病情指数角度分析,随生长时间延长,病害程度越重。调查发现,黑麦与光叶紫花苕混播虽然植株发病率仍较高,但病情指数明显降低,说明混播可以有效降低锈病危害(表4)。

2.7 饲草品质

在不同区域调查了滇东北黑麦的饲草品质,采集不同生长阶段滇东北黑麦进行了茎叶比和营养价值分

析。结果显示:黑麦叶量中等,开花期茎叶比1.4~1.6。抽穗期前茎秆柔软,牛羊喜食。结实期草质较粗糙,但牛仍喜食。营养品质分析表明(表5),滇东北黑麦开花期以前营养价值均较高,其中孕穗期粗蛋白含量18.6%,抽穗至开花期粗蛋白含量接近11%,粗纤维适中,钙磷平衡好,营养价值较好。完熟期营养价值有所降低,但粗蛋白含量仍接近8%,开花期的粗蛋白最高为11.04%。

表3 不同区域滇东北黑麦干草产量

Table 3 Yield of rye hay in different regions of northeast Yunnan

t/hm²

地点	播种时间	播种方式	物候期	干草产量
巧家药店,海拔2 650 m	10月上旬	单播	成熟期	5.750
巧家马树,海拔2 350 m	10月上旬	单播	成熟期	6.730
寻甸凤梧山,海拔2 550 m	10月上旬	单播	成熟期	5.870
寻甸县城周边,海拔2 050 m	10月上旬	单播	成熟期	5.670
寻甸县城周边,海拔2 050 m	10月上旬	混播	成熟期	6.140
马龙县成鸣乡,海拔2 070 m	9月下旬	单播	成熟期	6.100
马龙县成鸣乡,海拔2 070 m	9月下旬	混播	成熟期	7.050
平均	—	—	—	6.187

表4 不同区域黑麦锈病发生情况

Table 4 Investigation of rye rust in different regions

时间/(年-月-日)	地点	播种方式	物候期	发病率/%	病情指数/%
2019-1-15	寻甸凤梧山,海拔2 550 m	单播	分蘖	45	12.50
2019-1-15	马龙县马鸣乡,海拔2 070 m	单播	开花	100	42.70
2019-1-15	马龙县马鸣乡,海拔2 070 m	混播	开花	85	22.10
2019-2-25	马龙县马鸣乡,海拔2 070 m	单播	成熟	100	59.20
2019-2-25	马龙县马鸣乡,海拔2 070 m	混播	成熟	100	31

表5 滇东北黑麦的常规养分

Table 5 The common nutrients of rye in northeast Yunnan

地点	物候期	DM/%	占干物质比例/%						
			粗蛋白	粗脂肪	无氮浸出物	粗纤维	粗灰分	钙	磷
昭通	抽穗	95.88	10.79	2.81	53.22	31.18	7.42	0.47	0.11
寻甸	完熟	96.07	7.88	2.23	54.47	35.42	8.62	0.57	0.13
马龙	孕穗	94.45	18.6	2.7	31.34	31.58	10.24	0.65	0.34
马龙	开花	95.9	11.04	1.91	41.65	34.68	6.62	0.74	0.24

2.8 经济效益

结合前期调查,滇东北黑麦全生育期120~150 d,相对粗放管理条件下干草产量5~7 t/hm²,与青贮玉米、多花黑麦草等相比,产量偏低。以青贮玉米为对照,以实际调查结果为依据,分析了饲用黑麦的效益(表6),按干物质计算,青贮玉米折合干草产量为15 t/hm²,饲用黑麦按6 t/hm²计算,约相当于青贮玉米的40%。饲用黑麦供草季节为云南缺草严重的干季,目

前销售价格为2 400元/t,青贮玉米以现行收购价350元/t计算,折合干草的价格为1 400元/t,黑麦饲草比青贮玉米高1 000元/t。从单位土地面积的产值角度分析,饲用黑麦的毛收益为9 600元/hm²,比青贮玉米低11.1%,但青贮玉米生长天数为180 d左右,比饲用黑麦长20%以上。综合土地利用和时间两方面的因素考虑,滇东北黑麦饲用栽培时的效益与青贮玉米相差不大。

表 6 滇东北黑麦饲用栽培的效益分析

Table 6 Benefit analysis of rye forage cultivation in northeast Yunnan

指标		青贮玉米	饲用黑麦
产值	产量	60 t/hm ² (鲜)	6 t/hm ² (干)
	价格	350 元/t	2 400 元/t
种植成本	产值	21 000 元/hm ²	14 400 元/hm ²
	种子	600 元/hm ²	525 元/hm ²
	肥料(含人工)	1 200 元/hm ²	—
	整地	1 575 元/hm ²	1 050 元/hm ²
	播种	525 元/hm ²	225 元/hm ²
	农药(含人工)	300 元/hm ²	—
	合计	4 200 元/hm ²	1 800 元/hm ²
收获成本	单价	100 元/t	500 元/t
	成本	6 000 元/hm ²	3 000 元/hm ²
效益		10 800 元/hm ²	9 600 元/hm ²

3 讨论

滇东北不同区域饲用黑麦栽培时,在播种量、播种方式、利用方式等方面存在一定差异。实际播种量与不同区域的情况有关。播种量是保障牧草高产优质的一个重要方面,采用合理的播种量除取决于牧草自身的生物学特性外,还受外界条件的影响,如土壤条件、气候条件等的影响^[14]。施建军等^[15]在青海高寒牧区开展的燕麦栽培研究也表明,合理的播种量会影响牧草的群体数量和结构,缓和群体与个体之间生存资源竞争的矛盾,有利于牧草干物质积累,从而达到牧草的高产。本调查发现在昭通巧家、昆明寻甸等地播种量较高,曲靖马龙等地播种量较低。本调查中的最高播种量 150 kg/hm²,为孟祥君等^[16]研究中的最低播种量,马莉等^[17]在阿坝州引种饲用黑麦品种的播种量为 240 kg/hm²,高于本调查结果。造成这种差异主要原因是本调查均来源于农户种植数据,受到当地种植习惯及家庭利用饲草习惯的影响。综合分析以一次性刈割收干草为目的,10 月前播种宜选择 50~75 kg/hm² 的较低播种量;而以多次青刈利用为目的,宜选择 120~150 kg/hm² 的较高播种量;如若播种晚于 10 月,根据播种时间及环境条件,可在 75~150 kg/hm² 选择合适的播种量。

播种方式改变群落密度、同种个体距离、邻株种类和大小,限制了植株可利用的水、肥、气、热、光照、空间等生态因子^[18],撒播和同行条播利于增加株高、间行

条播利于增大分蘖(枝)数、使不同播种方式下单株生物量表现出显著差异^[19]。本调查发现目前滇东北黑麦有条播和撒播两种播种方式,本调查是在自发种植滇东北黑麦区域开展的调查,农户种植黑麦主要用作饲料而非科研试验,因而采用撒播省时省工。综合考虑种植效果和成本投入两方面因素可得出,滇东北黑麦饲用栽培时宜采用撒播,播种时间较晚时应适度加大播种量以弥补出苗不足。

本调查中,滇东北黑麦以单播为主,但与光叶紫花苕混播在各地栽培实践中也较常见。王旭等^[20]指出混播牧草较单播牧草高产和稳产,产草量提高 14%~25%。刘敏等^[21]的研究也证实了豆禾混播草地提高了牧草产量,与禾本科牧草单播相比尤为明显。这与本调查结果一致。但调查发现光叶紫花苕与黑麦共生较为困难,生产实践中较难获得共生良好的黑麦光叶紫花苕混播草地,究其原因,可能是因为滇东北黑麦生长较为旺盛,其种内竞争大于光叶紫花苕。之后还需开展黑麦与光叶紫花苕混播试验,以得出二者最适宜的混播方式。

CP 含量是衡量饲草营养价值的重要指标,含量越高,则表明牧草营养价值越好,而粗纤维、NDF 和 ADF 是评价牧草被采食潜力和消化率的国际通用指标,其含量越低,家畜消化率越高,粗饲料品质越好^[22-23]。本调查中,滇东北黑麦完熟期营养价值有所降低,但粗蛋白含量仍接近 8%,与同一物候期的云南栽培热带禾本科牧草品质大体相当,优于同一物候期的云南绝大多数野生禾本科牧草。赵方媛等^[24]研究中,新品系黑麦初花期的粗蛋白含量为 9.42%,冬牧 70 的为 10.18%,与之相比较,滇东北黑麦开花期的粗蛋白含量为 11.04%,营养价值较高。本调查中抽穗期粗蛋白含量略低于开花期的现象,可能与采样时间、地点及生长天数有关。

本调查的效益分析结果表明,黑麦饲用栽培时的经济效益大体与青贮玉米相当,同时饲用黑麦还具有如下优势:(1)种植时间为水热条件较差的高寒山区旱季,该季节可供选择种植的作物种类极少,大量土地资源处于季节性闲置状态,饲用黑麦栽培与其他作物争地现象不明显;(2)云南旱季农村闲置劳动力资源丰富,黑麦种植与其他农业产业竞争劳动力资源现象不严重;(3)饲用黑麦收获季节在云南旱季,光热资源丰富,易调制优质干草;(4)旱季田间作业及运输条件比

雨季优越。

云南发展牛、羊等草食家畜有较好的条件和一定的区位优势。但云南干季缺草严重,干季草料供应不足是制约云南草食畜牧业可持续发展的重要因素。云南旱季闲置耕地资源丰富,根据相关资料,云南省适合黑麦种植的土地面积约 100 万 hm^2 。即使利用 30% 的土地种植饲用黑麦,每年可新增旱季干草供应 200 万 t。可有效满足 200 万头肉牛干季 100 d 的饲草需求。

4 结论与建议

滇东北黑麦在云南高寒山区旱季粗饲料生产中重要性突出,现阶段难以被其他粗饲料品种替代。应加强滇东北黑麦在云南适宜区域的推广应用,进而缓解云南草畜季节矛盾。从育种、栽培管理措施等方面降低锈病的发生和危害,改善混播草地黑麦与光叶紫花苕的共生性,解决好当前滇东北黑麦在实际生产中的技术难题,加强滇东北黑麦在适宜区域推广应用,对于高寒山区种植结构调整和优化,发展“粮、经、草”农业三元种植模式,加强耕地资源保护,提高耕地资源利用效率,促进云南草畜牧业发展均具有重要意义。

参考文献:

[1] 李国辉,李志坚,胡跃高. 青刈黑麦产草量与营养动态分析[J]. 草地学报,2000,8(1):49-54.

[2] 代寒凌,田新会,杜文华,等. 半干旱灌区黑麦新品系的草产量和营养价值研究[J]. 甘肃农业大学学报,2018,53(4):107-115.

[3] Geiger H, Miedaner T. Rye (*Secale cereale* L.) [C] // Carena M, Cereals. Handbook of Plant Breeding. New York: Springer, 2009: 157-181.

[4] Mark A N, Twain J B. Forage Rye Improvement in the Southern United States: A Review[J]. crop science, 2013, 53:38-47.

[5] 肖文一,陈德新,吴渠来. 饲用植物栽培与利用[M]. 北京:农业出版社,1991:36-41.

[6] 华仁林,蔡惠林,孟昭文,等. 冬牧 70 黑麦的引种观察及栽培技术的研究[J]. 国外畜牧学. 草原,1982(5):54-58.

[7] 胡跃高,李志坚,王海滨,等. 黄淮海地区青刈黑麦栽培及发展前景[J]. 作物杂志,1997(6):26-28.

[8] 黄必志,钟声. 云南常见饲用植物[M]. 昆明:云南科技出版社,2016:1-2.

[9] 杨晓婉,何芳芳,王泽平,等. 冬牧 70 黑麦最佳品质和最高产量收获期研究[J]. 耕作与栽培,2017(4):7-11,25,

28.

[10] 孟祥君,韩天虎,陈兴荣,等. 甘引 1 号黑麦在甘肃不同区域适应性研究[J]. 中国草食动物科学,2016,36(1):45-48.

[11] 韩丰泽,包晓影,朱钦. 南方草地畜牧业发展潜力巨大—以云南、湖北两省为例[J]. 中国畜牧业,2018(5):55-57.

[12] 钟声. 云南省草地肉牛放牧系统中的草畜季节矛盾及对策[J]. 黄牛杂志,2002(2):45-47.

[13] 张丽英. 饲草分析与饲料质量检测技术[M]. 北京:中国农业大学出版社,2007:67-96.

[14] 肖雪君,周青平,陈有军,等. 播种量对高寒牧区林纳燕麦生产性能及光合特性的影响[J]. 草业科学,2017,34(4):761-771.

[15] 施建军,马玉寿,李青云,等. 高寒牧区燕麦高产栽培技术的研究[J]. 草原与草评,2003,23(4):39-41.

[16] 孟祥君,韩天虎,俞联平,等. 播种量、行距和施肥对甘引 1 号黑麦地上生物量的影响[J]. 中国草食动物科学,2016,36(6):34-36.

[17] 马莉,王泰,雍军. 阿坝州高海拔地区饲用黑麦种子质量研究[J]. 草学,2019(1):73-74+80.

[18] 张永亮,范富,高凯,等. 苜蓿、无芒雀麦单播与混播对土壤有机质和速效养分的影响[J]. 草地学报,2009,17(1):22-26.

[19] 苟蓉,游明鸿,刘金平,等. 播种方式对燕麦和箭筈豌豆混播草地牧草生产性能的影响[J]. 草业科学,2019,36(3):804-812.

[20] 王旭,曾昭海,胡跃高,等. 豆科与禾本科牧草混播效应研究进展[J]. 中国草地学报,2007,29(4):92-98.

[21] 刘敏,龚吉蕊,王忆慧,等. 豆禾混播建植人工草地对牧草产量和草质的影响[J]. 干旱区研究,2016,33(1):179-185.

[22] 郝力壮,王万邦,王迅,等. 三江源区嵩草草地枯草期牧草营养价值评定及载畜量研究[J]. 草地学报,2013,21(1):56-64.

[23] Pezzopane J R M, Bernardi A C C, Bosi C, et al. Forage productivity and nutritive value during pasture renovation in integrated systems [J]. Agroforestry Systems, 2017(2):1-11

[24] 方媛,杜文华,曲广鹏,等. 黑麦新品系 C32 在西藏牧区的生产性能和营养价值研究[J]. 草地学报,2020,28(1):279-284.

(下转第 146 页)