

干旱区7个禾本科牧草品种生产性能与 饲用价值评价

刘定鑫^{1,2}, 彭文栋^{2*}, 武育芳², 伏兵哲¹, 马锋茂², 张秀红³, 贺彦玲⁴

(1. 宁夏大学农学院, 宁夏 银川 750021; 2. 盐池县科技服务中心, 宁夏 盐池 751500; 3. 海原县自然资源局林草中心森防办, 宁夏 海原 755200; 4. 盐池县气象局, 宁夏 盐池 751500)

摘要:【目的】探究干旱区过渡地带7个禾本科牧草种植生产价值,为本地区种植禾本科牧草提供品种选择支撑。【方法】本研究选取粮饲兼用玉米科桦669、绿博6号、甜高粱、苏丹草、高丹草、巨菌草和金牧粮草7种饲用作物为研究对象,同一水肥条件下,对比分析其农艺性状、干草产量、营养成分、相对饲用价值和种植经济效益,并结合各指标进行灰色关联度分析。【结果】科桦669、绿博6号干草产量分别为25 225.07 kg/hm²、23 692.55 kg/hm²;相对饲用价值分别为170.88、147.97;经济效益分别为16 150.26元、14 203.38元。灰色关联度分析排序为科桦669>绿博6号>巨菌草>金牧粮草>高丹草>甜高粱>苏丹草。【结论】表明玉米品种科桦669、绿博6号更适宜在干旱半干旱地区过渡地带水地种植。

关键词:干旱区;生产性能;营养价值;经济效益;相对饲用价值;灰色关联度

中图分类号:S544.9 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-5500(2024)03-0108-08

DOI:10.13817/j.cnki.cyycp.2024.03.014



随着我国人口数量的持续增长及膳食结构的改变,对肉、蛋、奶等畜禽产品的需求量不断攀升,而对畜产品的需求则直接转化为饲料粮需求^[1]。国家“农业供给侧”结构性改革及“粮改饲”政策的出台,支持苜蓿、青贮玉米等饲草料作物种植,开展“粮改饲”和种养结合模式试点^[2]。宁夏作为我国重要的畜牧业基地之一,草食家畜饲养量呈逐年增长态势,饲草需求量增大,但市面上可选品种多,产量参差不齐,在青贮玉米种植时品种选择混乱,致使饲草总量不足,草畜

不平衡^[3]。而宁夏盐池县是全国100个牧业县之一,草畜产业位于盐池县县域八大产业发展之首。随着盐池滩羊饲养方式由放养转变为舍饲和养殖规模的不断扩大,对饲草料的需求量增加,也造成青贮玉米收购价不断增长,农牧民种植青贮玉米的积极性明显提高,青贮玉米的种植面积也在逐年增加^[4],家畜对饲草供需矛盾也更加突显,据盐池县草原畜牧业转型升级试点项目的统计分析,盐池县目前年饲草短缺达30万吨。草畜产业是宁夏经济发展的优势产业和支柱产业,种草舍饲圈养是畜牧业发展的主要形式。无论是从区域经济发展和县域经济发展来看,草产业都是畜牧业发展的物质基础,不同禾本科植物的产量及营养品质也不相同,为加快区域畜牧业发展,高产优质饲草保障愈发重要。因此,亟需选出适宜本地区种植的产量高、品质优良的饲草种类和品种。

本研究通过在水地种植玉米科桦669、玉米绿博6号、甜高粱、苏丹草、高丹草、巨菌草和金牧粮草7种不同禾本科植物,以玉米绿博6号品种为对照,从产草量、营养成分、经济效益等对7种牧草通过灰色

收稿日期:2023-03-17; **修回日期:**2023-04-11

基金资助:宁夏回族自治区农业育种专项—宁夏乡土草种资源开发利用与退化草原生态修复适生牧草新品种选育(2019NYYZ0403)

作者简介:刘定鑫(1994-),男,宁夏盐池人,硕士,助理畜牧师,主要研究方向为荒漠草原乡土优良品种人工扩繁技术及人工草地研究。

E-mail:ldx2591@163.com

*通信作者。E-mail:nkspwd@163.com

关联度进行综合评价,为盐池及同类地区草畜产业转型升级和高质量发展提供高产优质品筛选的理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验地概括

试验于 2022 年在宁夏盐池县花马池镇四墩子村宁夏草牧业工程技术研究中心试验基地进行,地理坐标为 37°46' N, 107°28' E。此地北接毛乌素沙地、南靠黄土高原,处于典型的过渡地带。气候是半干旱向

干旱区过渡;植被是干草原向荒漠草原过渡;资源利用和农业类型是农业区向牧业区过渡。年平均气温 8.6 °C,年日照时数 2 717.2 h, ≥ 0 °C 年积温为 3 873 °C,无霜期 162 d;年均降水量 283.5 mm,年蒸发量 1 970 mm。试验地为砂壤土,播前土壤 pH 值 6.0,有机质含量为 3.1 g/kg,全氮含量为 0.51 g/kg,碱解氮为 25.5 mg/kg,速效磷为 2.7 mg/kg,速效钾为 167.5 mg/kg,灌溉系统完善。

1.2 试验材料

试验材料如表 1 所示。

表 1 试验材料来源

Table 1 Source of test materials

名称	品种	来源
玉米	科桦 669	山西福盛园科技发展有限公司
玉米	宁单 42 号(绿博 6 号)	宁夏绿博种子有限公司
甜高粱	绿巨人	宁夏西贝农林牧生态科技有限公司
苏丹草	苏丹草	宁夏盐池金林草业有限公司
高丹草	魔术师	宁夏西贝农林牧生态科技有限公司
巨菌草	巨菌草	盛如意菌草(宁夏)科技发展有限公司
金牧粮草	金牧粮草	盐池县沙边子村集体经济互助社

1.3 试验设计

试验地灌溉方式:采取地表滴灌。为了保证参试牧草品种在整个生育期内的灌溉定额和施肥量是同一量级,试验地 7 个禾本科牧草品种单位面积滴灌管铺设长度一样(12 480 m/hm²)。全年灌溉 3 次,灌溉量为 3 120.75 m³/hm²,分别在拔节期灌水 30%,穗期灌水 50%,粒期灌水 20%。

于 4 月 27 日种植,科桦 669、绿博 6 号、甜高粱、苏丹草、高丹草品种条播种植,采取宽窄行种植,宽行 50 cm,窄行 30 cm。甜高粱、高丹草以 1.2 kg/亩播种,苏丹草 1 kg/亩播种,青饲两用玉米播量为 5 500 粒/亩;巨菌草和金牧粮草以种苗移栽的方式种植,行距 80 cm,株距分别为 52.7 cm、106.6 cm,移栽密度分别为 1 600 节/亩,800 节/亩。每个品种种植面积为 499.2 m²(48 m×10.4 m)。在适时时间除杂草,根据各农药推荐用量喷洒高氯·啉虫脒、迈丝、甲维·虫螨腈和噻虫嗪进行虫害防治。

1.4 测定指标及其方法

产量:在牧草腊熟期对科桦 669、绿博 6 号、甜高粱、苏丹草及高丹草每个品种在对角线采取线段法随机取样,长度为 5 m;重复 4 次测其鲜草产量;巨菌草和

金牧粮草在蜡熟期霜冻后用同样的方法,一行取样 10 株;重复 4 次,分别称重,测其鲜草产量。将每个品种鲜草产量测定后取适宜全株鲜草切成 2 cm 短节,混匀后取 4 个 500 g 鲜样,放入 75 °C 烘箱恒重后称其重量,根据鲜干重计算干鲜比^[3]。根据干草产量和灌溉定额计算方水产量。方水产量=干草产量/灌溉定额。

叶面积:每小区随机选测 10 株有代表性叶片,钢卷尺测量叶基部至叶片尖端伸直长度(叶长)及叶片中部的最大宽度(叶宽),计算叶面积^[5]。

叶面积(cm²)=0.73×叶长(cm)×叶宽(cm)^[6-7]

株高:植株主茎由地面到顶端的长度(指自地表至植株顶端的自然高度)^[8]。

茎粗:用美耐特 I 型电子游标卡尺测量距离地面 10 cm 部位的直径^[9]。

营养品质测定:在每个小区内随机选取全株鲜草样品,剪至 4~5 cm 长,置于 105 °C 烘箱中杀青 0.5 h 左右,65 °C 烘干 48 h 至恒重,将烘干后的草样粉碎,过 0.50 mm 筛。利用丹麦 FOSS 公司生产的 NIRS DS 2500 近红外分析仪测量粗脂肪(ether extract, EE)、粗灰分(crude ash, CA)、粗蛋白(crude protein, CP)、中性

洗涤纤维(neutral detergent fiber, NDF)、酸性洗涤纤维(acid detergent fiber, ADF)含量。相对饲用价值(Relative feeding value, RFV)计算公式如下:

$$RFV(\%)=(DMI\times DDM)/1.29$$

式中:DDM(digestible dry matter)为消化性干物质, $DDM(\%)=88.9-0.779\times ADF$; DMI(dry matter intake)为干物质采食量, $DMI(\%)=120/NDF^{[10]}$ 。

1.5 统计分析方法

利用 Excel 进行数据整理,用 IBM SPSS Statistics 20.0 进行相关方差分析和显著性检验。

根据邓聚龙灰色关联理论^[11,12],把 7 个牧草品种

$$\xi_i(k)=\frac{\min(i)\min(k)|X_0(k)-X_i(k)|+\rho\max(i)\max(k)|X_0(k)-X_i(k)|}{|X_0(k)-X_i(k)|+\rho\max(i)\max(k)|X_0(k)-X_i(k)|}$$

式中: $\min(i)\min(k)|X_0(k)-X_i(k)|$ 为二级最小差; $\max(i)\max(k)|X_0(k)-X_i(k)|$ 为二级最大差; ρ 为分辨系数,本研究 ρ 取 0.5。

等权关联度计算: $r_i=\frac{1}{n}\sum_{k=1}^n \epsilon_i(k)$

权重系数计算: $W_i(k)=r/r_i$

加权关联度计算: $r'_i=\sum_{k=1}^n W_i(k)\epsilon_i(k)$

式中:n为测量指标数。

根据关联系数计算得出各指标的等权关联度,通过关联系数和指标权重得出每种禾本科牧草的加权关联度,数值越大说明该品种综合评价越高,越适宜在本地区推广种植^[10,13]。

2 结果与分析

2.1 不同品种禾本科牧草生产性能分析

不同禾本科牧草的生产性状均差异显著($P<$

看作一个灰色系统,采用灰色关联度对牧草的产量及品质进行综合分析,根据实际需要选取牧草各指标中最优值组成 X_0 数列。

数据初始化处理:将株高、茎粗、干草产量、粗蛋白、粗脂肪、相对饲喂价值和方水产量 7 个指标作为正向指标,按公式 $X'_i(k)=X_i(k)/X_0(k)$ 进行无量纲化处理,将中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维两个指标作为负向指标,按公式 $X'_i(k)=X_0(k)/X_i(k)$ 进行无量纲化处理。通过 $\Psi_i(k)=|X_0(k)-X_i(k)|$ 计算求得牧草各指标的绝对标准差 $\Psi_i(k)$,从而得出一级最大、最小标准差和二级最大、最小标准差。关联系数公式为:

0.05)。巨菌草和金牧粮草株高显著高于其他品种($P<0.05$),分别为 346 cm 和 352.4 cm,甜高粱(328.4 cm)次之,苏丹草(177 cm)株高最低;科桦 669 和绿博 6 号茎粗、叶面积和干鲜比均显著高于其他品种($P<0.05$),茎粗分别为 26.26 mm、25.32 mm,叶面积分别为 721 cm²、684.99 cm²,干鲜比分别为 38.87%、38.34%,茎粗苏丹草最细,为 5.67 mm,金牧粮草干鲜比最低,仅为 19.58%。鲜草产量巨菌草和金牧粮草显著高于其他品种($P<0.05$),分别为 102 240 kg/hm²、106 290 kg/hm²,甜高粱 73 548.8 kg/hm²次之,苏丹草 22 796.8 kg/hm²最低;干草产量科桦 669(25 225.07 kg/hm²)显著高于甜高粱、苏丹草、高丹草、巨菌草和金牧粮草($P<0.05$),绿博 6 号(23 692.55 kg/hm²)显著高于甜高粱、苏丹草、高丹草和金牧粮草($P<0.05$),绿博 6 号与科桦 669 和巨菌草差异不显著($P>0.05$),苏丹草 6576.87 kg/hm²最低。

表 2 不同禾本科牧草的生产性状

Table 2 Production traits of different grasses

品种	株高/cm	茎粗/mm	叶面积/cm ²	鲜草产量/(kg·hm ⁻²)	干草产量/(kg·hm ⁻²)	干鲜比/%
科桦 669	255.25±2.75 ^d	26.26±1.08 ^a	721.00±18.79 ^a	64896.00±2831.24 ^e	25225.07±1100.50 ^a	38.87±0.15 ^a
绿博 6 号	276.00±2.16 ^c	25.32±0.18 ^a	684.99±9.326 ^a	61651.20±2661.09 ^{cd}	23692.55±1022.66 ^{ab}	38.43±0.14 ^a
绿巨人	328.40±1.32 ^b	8.61±0.67 ^c	341.46±17.81 ^c	73548.80±332.80 ^b	17269.26±78.14 ^d	23.48±0.19 ^d
苏丹草	177.00±5.81 ^e	5.67±0.27 ^d	43.06±2.93 ^e	22796.80±440.253 ^e	6576.87±127.01 ^f	28.85±0.40 ^b
魔术师	240.50±3.24 ^d	8.76±0.30 ^c	135.81±10.72 ^d	55078.40±1012.17 ^d	14050.49±258.20 ^e	25.51±0.88 ^c
巨菌草	346.00±1.22 ^a	19.39±0.63 ^b	400.25±14.86 ^b	102240.00±2672.52 ^a	21777.12±569.24 ^{bc}	21.30±0.23 ^e
金牧粮草	352.40±1.20 ^a	19.76±0.80 ^b	393.96±25.34 ^b	106290.00±3291.94 ^a	20811.58±644.56 ^c	19.58±0.14 ^f

注:同列数据后标不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),下同。

2.2 不同品种禾本科牧草营养成分分析

金牧粮草 DM 95.66% 和 Ash 8.23% 最高,显著高于其他品种($P<0.05$);CP 苏丹草和高丹草显著高于其他品种($P<0.05$);科桦 669 DM、Ash 和 CP 均最低;绿博 6 号 EE 品种 3.19% 与其他 6 个品种均差异

显著($P<0.05$);科桦 669 NDF 38.69% 和 ADF 23.06% 均为最低,与其他品种均差异显著($P<0.05$);RFV 科桦 669 170.88% 最高,显著高于其他品种($P<0.05$),绿博 6 号 147.97% 次之,高丹草 133.72% 位列第 3(表 3)。

表 3 不同禾本科牧草的营养成分
Table 3 Nutrient content of different grasses

%

品种	DM	Ash	CP	EE	NDF	ADF	RFV
科桦 669	91.88±0.10 ^d	0.81±0.14 ^e	6.63±0.11 ^e	1.38±0.02 ^b	38.69±0.57 ^f	23.06±0.32 ^d	170.88±3.07 ^a
绿博 6 号	91.96±0.14 ^d	1.50±0.29 ^e	7.30±0.28 ^{bc}	3.19±0.83 ^a	42.82±0.56 ^e	26.80±0.25 ^c	147.97±2.06 ^b
绿巨人	94.42±0.04 ^b	7.42±0.44 ^b	6.91±0.14 ^{bc}	1.19±0.04 ^b	75.06±0.50 ^b	48.88±0.37 ^a	63.00±0.66 ^e
苏丹草	94.38±0.04 ^b	5.71±0.36 ^c	9.21±0.67 ^a	1.19±0.07 ^b	66.70±0.48 ^c	42.58±0.36 ^b	77.75±0.93 ^d
魔术师	92.97±0.17 ^c	2.41±0.12 ^d	8.90±0.15 ^a	1.08±0.12 ^b	47.44±1.13 ^d	27.30±0.64 ^c	133.72±4.27 ^c
巨菌草	94.29±0.07 ^b	8.23±0.21 ^a	7.68±0.29 ^b	1.14±0.03 ^b	78.64±0.70 ^a	50.13±1.03 ^a	59.04±1.36 ^e
金牧粮草	95.66±0.09 ^a	6.94±0.11 ^b	7.82±0.21 ^b	1.07±0.03 ^b	79.85±0.69 ^a	49.92±0.59 ^a	58.31±0.96 ^e

2.3 不同品种禾本科牧草灰色关联度分析

根据各指标的绝对差值,利用关联系数公式计算出关联系数 ϵ_i (表 4),不同禾本科牧草的关联系数范围为 0.333~1.000。根据权重公式计算结果可知,各指标所占权重大小依次为茎粗>粗脂肪>相对饲用价值>中性洗涤纤维=酸性洗涤纤维>干草产量=方水产量>株高>粗蛋白。

根据等权关联度和加权关联度公式计算出关联度,等权关联度和加权关联度均能合理反映各牧草品种每项性状指标与最优性状指标的差异。同时对 7 个禾本科牧草品种进行综合排序,利用加权关联度得出综合价值排序由大到小为科桦 669>绿博 6 号>巨菌草>金牧粮草>高丹草>甜高粱>苏丹草(表 5)。

表 4 不同禾本科牧草各指标间的关联系数
Table 4 Correlation coefficients between different grasses indexes

品种	株高	茎粗	干草产量	CP	EE	RFV	方水产量	NDF	ADF
科桦 669	0.587	1.000	1.000	0.583	0.409	1.000	1.000	1.000	1.000
绿博 6 号	0.644	0.916	0.866	0.654	1.000	0.745	0.866	0.803	0.737
绿巨人	0.852	0.368	0.554	0.611	0.385	0.383	0.554	0.447	0.426
苏丹草	0.441	0.333	0.347	1.000	0.385	0.418	0.347	0.483	0.461
魔术师	0.552	0.370	0.469	0.921	0.372	0.643	0.469	0.680	0.716
巨菌草	0.956	0.600	0.741	0.702	0.379	0.375	0.741	0.436	0.421
金牧粮草	1.000	0.613	0.691	0.722	0.371	0.373	0.691	0.432	0.422
权重	0.109	0.115	0.110	0.106	0.114	0.113	0.110	0.111	0.111

2.4 不同品种禾本科牧草种植经济效益评价

在同一水肥条件下,巨菌草和金牧粮草前期种苗投入占总投资的 49.5%,其他品种种子投入占比不到总投入的 4%(表 6)。不同品种的种植经济效益表明,在干旱半干旱地区不同品种的种植经济效益差别较

大,科桦 669(16 150.26 元/hm²)的种植经济效益纯利润最大,投产比 0.71 最高,方水产量 8.08 也最高,绿博 6 号(14 203.38 元/hm²)和甜高粱(10 377.10 元/hm²)次之,其他品种纯利润均为负值,不适合在盐池半干旱地区种植水地种植(表 7)。

表 5 不同禾本科牧草综合排序				
Table 5 Comprehensive ranking of forages of different grasses				
品种	等权关联度	等权序位	加权关联度	加权序位
科桦 669	0.842	1	0.843	1
绿博 6 号	0.803	2	0.805	2
绿巨人	0.509	6	0.506	6
苏丹草	0.468	7	0.465	7
魔术师	0.577	5	0.574	5
巨菌草	0.595	3	0.592	3
金牧粮草	0.591	4	0.588	4

3 讨论

3.1 不同品种禾本科牧草的生产性能影响

草产量是评价牧草生产性能和经济性能的重要

指标^[14],而牧草的主要农艺性状影响草产量的高低^[15]。巨菌草为多年生高产牧草^[16],西北地区引种主要因为其产量和粗蛋白含量高。本研究巨菌草鲜草产量为 102 000 kg/hm²,与张钦语等^[17]在 5 种菌草越冬性状及营养品质的比较研究、李明红^[18]在靖远县巨菌草栽培技术引进试验示范发展情况概述研究中结果均相近。干鲜比是牧草一个重要性状,其与品质、适口性及青贮品质相关,干鲜比高有利于青贮,青贮玉米生产最关心的是干鲜比而不是籽粒产量^[19-20]。本研究中科桦 669 与绿博 6 号品种的干鲜比均达 38 % 以上,干草产量均超过 25 t/hm²,两个品种玉米均能满足日常饲料需求。高粱具有较高的饲用价值和抗旱能力^[21],已有研究表明饲用玉米与高粱在产生相同生物量的前提下,其耗水量是高粱的两倍^[22]。本研究甜

表 6 不同品种的种植费用											
Table 6 Planting costs for different varieties											
元·hm ⁻² 、方·hm ⁻²											
品种	租地费	耕地费	旋地费	种子/ 苗费	肥料费	年灌溉费	播种/ 移栽费	刈割费	滴灌带成本 及铺设费	费用合计	灌溉定额
科桦 669	7500	600	600	877.5	9 402.54	1842.3	450	525	990	22 787.34	3 120.75
绿博 6 号	7 500	600	600	877.5	9 402.54	1 842.3	450	525	990	22 787.34	3 120.75
苏丹草	7 500	600	600	270	9 402.54	1 842.3	450	525	990	22 179.84	3 120.75
魔术师	7 500	600	600	450	9 402.54	1 842.3	450	525	990	22 359.84	3 120.75
绿巨人	7 500	600	600	810	9 402.54	1 842.3	450	525	990	22 719.84	3 120.75
巨菌草	7 500	600	600	24 000	9 402.54	1 842.3	2 550	525	1 440	48 459.84	3 120.75
金牧粮草	7 500	600	600	24 000	9 402.54	1 842.3	2 550	525	1 440	48 459.84	3 120.75

表 7 不同品种的种植经济效益								
Table 7 Economic benefits of planting different varieties								
品种	鲜草产量/ (kg·hm ⁻²)	干草产量/ (kg·hm ⁻²)	单价/ (元·kg ⁻¹)	产值/ (元·hm ⁻²)	费用/ (元·hm ⁻²)	纯利润/ (元·hm ⁻²)	投产比	方水产量/ (kg·m ⁻³)
科桦 669	64 896.00	25 225.07	0.60	38 937.60	22 787.3	16 150.26	0.71	8.08
绿博 6 号	61 651.20	23 692.55	0.60	36 990.72	22 787.3	1 4203.38	0.62	7.59
苏丹草	22 796.80	17 269.26	0.40	9 118.72	22 179.8	- 13 061.1	- 0.59	5.53
魔术师	55 078.35	6 576.87	0.40	22 031.34	22 359.8	- 328.5	- 0.01	2.11
绿巨人	73 548.75	14 050.49	0.50	33 096.94	22 719.8	10 377.10	0.46	4.50
巨菌草	102 240.00	21 777.12	0.20	20 448.00	48 459.8	- 28 011.8	- 0.58	6.98
金牧粮草	106 290.00	20 811.58	0.20	21 258.00	48 459.8	- 27 201.8	- 0.56	6.67

注:单价均为 2022 年宁夏盐池县市场价格。表中产值=鲜草产量×单价,纯利润=产值-费用,投产比=费用/产值,方水产量=干草产量/灌溉定额。

高粱鲜草产量位列第3,在同一水肥条件下,甜高粱鲜草产量相比玉米科桦669和绿博6号品种分别高11.76%和16.17%。

3.2 不同品种禾本科牧草营养成分影响

衡量牧草品质优劣的重要指标是其营养价值,CP、NDF、ADF、EE和RFV等都是反映牧草营养品质的重要指标^[23-24]。CP高低是评价饲草料营养价值的首要指标^[25],NDF和ADF是评价牧草被采食潜力和消化率的国际通用指标。NDF含量越低,饲草品质越好;ADF含量与消化率呈负相关,ADF含量增加,家畜的消化率降低^[26],本研究中科桦669和绿博6号的EE均最高,NDF和ADF均最低,其RFV分别为170.88、147.97,金牧粮草与巨菌草RFV均低于60。粗蛋白含量苏丹草最高,可能因为其在8月2日收割,时间最早。不同品种的生产特性不一,其营养品质也存在一定差异。

3.3 灰色关联度综合评价

品种产能比较筛选是获得优质高产品种的有效途径^[19]。在牧草品种的筛选中,不能只对指标进行单一评价,需要对牧草品质、产量等指标进行综合评价。单一指标分析对于品种评价可靠性不高,要将多种因素综合分析得出结论,数据才具有理论价值^[27]。灰色关联度分析是一种综合性评价方法,是将各指标量化后进行比较,便于对所有指标进行综合分析^[28],在作物、牧草的品种筛选及营养评价中广为应用^[10,29-31],本研究通过灰色关联度法将7个禾本科牧草品种各指标进行分析,在宁夏干旱半干旱地区适宜水地种植的品种为科桦669和绿博6号,其茎粗、叶面积、CP、EE也均处于较高水平,经过分析后综合评分最高,巨菌草和金牧粮草综合价值排序位列其后,但其实际种植经济效益为负数,相对饲用价值过低,故不适宜推广种植,苏丹草无论是干草产量、相对饲用价值、种植经济效益均不占优势,加权关联度为0.465,排名第7位,也不适宜在本地区推广种植。

3.4 不同品种禾本科牧草种植经济效益的影响

从经济效益方面看,参试品种中仅科桦669、绿博6号和甜高粱利润有一定保障,投产比也位列前3,适合在本地区水地推广种植。本研究中巨菌草与金牧粮草的种植成本过高,这是因为2种草在北方半干旱

地区无法有效越冬,需要每年种植一次^[32],故而增加种植成本,且如果大面积推广种植,收割机械也增加成本,本研究巨菌草和金牧粮草的纯利润均为负值,因此,不适合在干旱区作饲草种植推广。但杨旭晖等^[33]在3种不同青贮饲料饲喂育肥牛羊对比效果试验研究中表明青贮巨菌草饲喂育肥羊增重效果优于青贮全株玉米和青贮饲用甜高粱,这还需进一步在本地区试验研究,如果能解决巨菌草越冬问题,对于后续巨菌草推广种植具有一定指导意义。

4 结论

同一水肥条件下,科桦669与绿博6号品种的干物质产量最高,相对饲用价值最好,经济效益和投产比最高,甜高粱次之。玉米品种科桦669、绿博6号相比其他品种更适宜在干旱区种植。

参考文献:

- [1] Shimokawa S. Sustainable meat consumption in China[J]. *Journal of Integrative Agriculture*, 2015, 14(6): 1023—1032.
- [2] 黄德均,冉宏涛,马文,等. 7种禾本科牧草生产性能及营养价值比较研究[J]. *草学*, 2018(5): 17—23.
- [3] 曹立娟,张顺香,姚亚妮,等. 14个青贮玉米品种在宁夏雨养区的生产性能和营养价值综合评价[J]. *草业科学*. 2022, 39(5): 977—987.
- [4] 侯燕红,张一桦,周凯,等. 不同青贮玉米品种农艺性状及营养价值评价[J]. *云南农业大学学报(自然科学)*, 2022, 37(4): 604—610.
- [5] 王晓春,杨春莲,何志军,等. 半干旱区不同品种的青贮玉米与饲用高粱的生产性能及营养价值评价[J]. *饲料研究*, 2022, 45(5): 96—100.
- [6] 张俊丽,施安,梁小军,等. 宁夏引黄灌区麦后复种高丹草、饲用高粱、青贮玉米营养及饲用价值评定[J]. *饲料研究*, 2021, 44(4): 83—87.
- [7] 朱军. 玉米叶面积的速测法[J]. *农业科技通讯*, 1979(7): 12—13.
- [8] 莫负涛,张万祥,曹蕾,等. 不同品种饲用高粱农艺性状及草产量比较试验[J]. *中国草食动物科学*, 2020, 40(1): 17—22.
- [9] 王晓春,何志军,于海洋,等. 适宜宁夏南部山区不同海拔青贮玉米品种的筛选研究[J]. *黑龙江畜牧兽医*, 2022

- (9):105—109.
- [10] 畅宝花,张艳秋,翟书林,等. 不同禾本科牧草在煤矿沉陷区的生长适应性及饲用价值比较[J]. 中国草地学报, 2022,44(1):64—70.
- [11] 王琴,王旭成,李小云,等. “3414”施肥效应对宁夏干旱区无芒雀麦种子产量和质量的影响[J]. 草地学报, 2022,30(12):3470—3480.
- [12] 张文明,邱慧珍,张春红,等. 陇东烤烟“3414”施肥效果及推荐施肥量研究[J]. 干旱地区农业研究. 2013,31(5):191—195.
- [13] 杨帆,兰剑. 饲用高粱在宁夏半干旱区适应性研究[J]. 草学,2022(4):42—49.
- [14] 孙建平,董宽虎,崩晓妍,等. 晋北农牧交错区引进燕麦品种生产性能及饲用价值比较[J]. 草业学报. 2017,26(11):222—230.
- [15] 王建丽,刘杰淋,朱瑞芬,等. 7个羊草新品种(系)生产性能和营养价值综合评价[J]. 黑龙江畜牧兽医,2021(9):116—122.
- [16] 格桑曲珍,王景升,曹凯丽,等. 耐寒高产饲草的西藏引种试验研究[J]. 高原农业,2022,6(6):593—598.
- [17] 张钦语,张邦喜,杨仁德,等. 5种菌草越冬性状及营养品质的比较[J]. 农技服务,2022,39(11):34—38.
- [18] 李明红. 靖远县巨菌草栽培技术引进试验示范发展情况概述[J]. 农业科技与信息,2022(3):107—110.
- [19] 娜日苏,项锴锋,梁庆伟,等. 8个青贮玉米品种生产性能和饲用品质比较[J]. 饲料研究, 2022, 45(13):105—110.
- [20] 周正,蒋懿康,彭宏鑫,等. 八个青贮玉米品种在阿拉尔地区的品比试验[J]. 黑龙江农业科学, 2022(10):7—12.
- [21] 黄泽,崔增,刘一帆,等. 黄土高原半干旱区几种饲用植物生产与饲用价值比较[J]. 草业科学, 2020, 37(4):770—776.
- [22] Zegada-Lizarazu W, Zatta A, Monti A. Water uptake efficiency and above- and belowground biomass development of sweet sorghum and maize under different water regimes[J]. Plant & Soil, 2012, 351(1—2):47—60.
- [23] 宋谦,马淑梅,张兰,等. 6个饲用黑麦新品系在陇东地区的生产性能和营养价值研究[J]. 饲料研究, 2022, 45(24):108—112.
- [24] 王晓彤,柳小妮,唐俊伟,等. 干旱环境下4种高原禾本科牧草产量及营养品质比较[J]. 草原与草坪, 2022, 42(1):57—61.
- [25] 马晓霞,秘一先,陈宏亮,等. 14个引进紫花苜蓿品种在宁夏引黄灌区的生产性能和营养价值综合分析[J]. 草业科学, 2022, 39(2):328—342.
- [26] 南丽丽,温素军,魏凡,等. 红豆草新品系的草产量及营养价值研究[J]. 草地学报. 2020, 28(2):383—388.
- [27] 麦麦提敏·乃依木. 四种甜高粱干草品质比较研究[J]. 草食家畜. 2018(2):47—51.
- [28] 笄凯,周青,张志民,等. 灰色关联度和DTOPSIS法综合分析河南区域试验中大豆新品种(系)的农艺性状表现[J]. 大豆科学, 2018, 37(5):664—671.
- [29] Li B, Wu Q, Zhang W, *et al.* Water resources security evaluation model based on grey relational analysis and analytic network process: A case study of Guizhou Province[J]. Journal of Water Process Engineering, 2020, 37:101429.
- [30] 韩世洁,姬奇武,韩汝旦,等. 山西不同居群白羊草营养价值灰色关联度分析[J]. 中国草地学报, 2016, 38(1):47—53.
- [31] 孙玉琴,陈彩锦,吴娟,等. 宁南半干旱区饲用高粱品种生产性能和营养价值比较研究[J]. 草地学报, 2020, 28(6):1615—1625.
- [32] 张秀平,杨志杰,张亚振,等. 巨菌草在冀中南地区的引种试验[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(36):78—80.
- [33] 杨旭晖,马亨,徐新平. 三种不同青贮饲料饲喂育肥牛羊对比效果试验[J]. 畜牧兽医杂志, 2019, 38(1):86—87.

Evaluation on the production performance and feed value of seven grasses in arid areas

LIU Ding-xin^{1,2}, PENG Wen-dong^{2*}, WU Yu-fang², FU Bing-zhe¹, MA Feng-mao²,

Zhang Xiu-hong³, He yan-ling⁴

(1. College of Agronomy, Ningxia University, Yinchuan 750021, China; 2. Yanchi County Science and Technology Service Center, Yanchi 751500, China; 3. Forest Defense Office, Forestry and Grassland Center, Haiyuan Prefecture Natural Resources Bureau, Haiyuan 755200, China; 4. Yanchi County Meteorological Bureau, Yanchi 751500, China)

Abstract: 【Objective】 The planting value of seven grass grasses in the arid areas was investigated to provide theoretical support for the variety selection of grasses planted in this area. 【Method】 Seven forage crops including Kehua 669, Lvbo 6, Sweet Sorghum, Sudan grass, Sorghum sudanense, Pennisetum sinense and Jinmu forage were selected as the research objects. Their agronomic traits, hay yield, nutrient content, relative feed value and planting economic benefits were compared and analyzed under the same water and fertilizer conditions, and the grey correlation degree analysis was carried out in combination with various indicators. 【Result】 The results showed that the hay yields of Kehua 669 and Lvbo 6 hay were 25 225.07 kg/hm² and 23 692.55 kg/hm², respectively. The relative feeding value was 170.88 and 147.97, and the economic benefits were 16 150.26 yuan and 14 203.38 yuan, respectively. The order of grey correlation was Kehua 669 > Lvbo 6 > Pennisetum sinense > Jinmu Forage > Sorghum sudanense > Sweet Sorghum > Sudan Grass. 【Conclusion】 Comprehensive analysis shows that maize varieties of Kehua 669 and Lvbo 6 are more suitable for planting in water land in the transition zone of arid and semi-arid areas.

Key words: Arid areas; production performance; nutritive value; economic benefits; relative feeding value; grey correlation degree

(责任编辑 康宇坤)