



乌蒙山区冬闲田19份饲用燕麦品种的产量与品质比较

聂莹莹 严翊丹 徐丽君 陶雅 张洪志 饶彦章 饶雄 蒋华 夏艳萍 付廷飞 陈是元

Comparative analysis of yield and quality of 19 forage oat varieties in winter fallow in the Wumeng Mountain Area

NIE Yingying, YAN Yidan, XU Lijun, TAO Ya, ZHANG Hongzhi, RAO Yanzhang, RAO Xiong, JIANG Hua, XIA Yanping, FU Tingfei, CHEN Shiyuan

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2022-0565>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

乌蒙山区春闲田粮草轮作燕麦的生产性能

Productive performance of oat rotation in spring fallow in Wumeng Mountain Area

草业科学. 2020, 37(3): 514 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2019-0287>

冬闲田种植大麦不同生育期的营养价值和青贮品质

Nutritive value and silage quality of barley grown in winter fallow fields and harvested at different growth stages

草业科学. 2017, 11(4): 753 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2016-0579>

高寒牧区两个燕麦品种的产量与品质比较

Comparison of yield and nutritional quality of two oat (*Avena sativa*) varieties grown in the alpine pastoral region of China

草业科学. 2018, 12(6): 1489 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2017-0306>

不同甜高粱品种(系)在甘肃旱作区的产量与营养品质比较

Comparative study on the yield and nutritional quality of different sweet sorghum varieties in the dry farming area of Gansu Province

草业科学. 2021, 38(5): 947 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2020-0358>

播期对半干旱区7个燕麦品种产量和品质的影响

Effect of the sowing period on the yield and quality of seven oat varieties grown in the semi-arid region of Longxi

草业科学. 2021, 38(11): 2221 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2021-0002>

8个饲用甜高粱品种的农艺性能及营养品质

Agronomic performance and nutritional quality of 8 forage sweet sorghum varieties

草业科学. 2021, 38(7): 1362 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2020-0442>



关注微信公众号，获得更多资讯信息

DOI: 10.11829/j.issn.1001-0629.2022-0565

聂莹莹, 严翊丹, 徐丽君, 陶雅, 张洪志, 饶彦章, 饶雄, 蒋华, 夏艳萍, 付廷飞, 陈是元. 乌蒙山区冬闲田19份饲用燕麦品种的产量与品质比较. 草业科学, 2023, 40(11): 2822-2831.

NIE Y Y, YAN Y D, XU L J, TAO Y, ZHANG H Z, RAO Y Z, RAO X, JIANG H, XIA Y P, FU T F, CHEN S Y. Comparative analysis of yield and quality of 19 forage oat varieties in winter fallow in the Wumeng Mountain Area. Pratacultural Science, 2023, 40(11): 2822-2831.



乌蒙山区冬闲田19份饲用燕麦品种的产量与品质比较

聂莹莹¹, 严翊丹¹, 徐丽君¹, 陶雅², 张洪志¹, 饶彦章³,
饶雄³, 蒋华⁴, 夏艳萍⁵, 付廷飞⁶, 陈是元⁴

(1. 北方干旱半干旱耕地高效利用全国重点实验室/中国农业科学院农业资源与农业区划研究所/内蒙古呼伦贝尔草原生态系统国家野外科学观测研究站, 北京 100081; 2. 中国农业科学院草原研究所, 内蒙古呼和浩特 010010; 3. 云南省会泽县农业农村局, 云南会泽 654200; 4. 云南省会泽县种子管理站, 云南会泽 654200; 5. 云南省会泽县良种繁殖场, 云南会泽 654200; 6. 云南省会泽县农业技术推广中心, 云南会泽 654200)

摘要: 为解决我国乌蒙山区冬闲田闲置、土地利用率低的问题, 以19份燕麦 (*Avena sativa*) 品种为研究对象, 开展品种生产性能和营养品质综合评价试验, 通过灰色关联度综合评价, 筛选出适宜在乌蒙山区冬闲田推广种植的优质燕麦品种。结果表明: 在相对干旱的年份, 干草产量排在前三名的品种是‘伽利略’、‘青引1号’和‘青海444’, 分别为15 941.55、15 744.67和13 831.14 kg·hm⁻²; 营养品质方面, 19份燕麦品种中, 粗蛋白含量排名靠前的品种是‘贝勒II’和‘青引1号’, 并且二者中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维含量均处于较低水平; 相对饲喂价值较高的品种分别是‘贝勒II’、‘贝勒’、‘林纳’和‘青引1号’; 灰色关联综合评价结果显示, ‘青引1号’、‘伽利略’和‘青海444’排名靠前, 综合生产性能表现较好, 可以作为乌蒙山区冬闲田的主推品种进行种植。

关键词: 乌蒙山区; 燕麦; 产量; 营养品质; 饲用价值; 灰色关联度评价; 冬闲田

文献标识码: A 文章编号: 1001-0629(2023)11-2822-10

Comparative analysis of yield and quality of 19 forage oat varieties in winter fallow in the Wumeng Mountain Area

NIE Yingying¹, YAN Yidan¹, XU Lijun¹, TAO Ya², ZHANG Hongzhi¹, RAO Yanzhang³,
RAO Xiong³, JIANG Hua⁴, XIA Yanping⁵, FU Tingfei⁶, CHEN Shiyuan⁴

(1. State Key Laboratory of Efficient Utilization of Arid and Semi-arid Arable Land in Northern China / Hulunber Grassland Ecosystem National Observation and Research Station / Institute of Agricultural Resources and Regional Planning, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China; 2. Grassland Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Hohhot 010010, Inner Mongolia, China; 3. Agricultural Bureau of Huize County, Huize 654200, Yunnan, China; 4. Seed Management Station of Huize County, Huize 654200, Yunnan, China; 5. Good Breeding Farm of Huize County, Huize 654200, Yunnan, China; 6. Agricultural Technology Extension Center of Huize County, Huize 654200, Yunnan, China)

Abstract: To solve the problems of idle land and the low land use rate in winter fallow fields in the Wumeng Mountain area

收稿日期: 2022-07-13 接受日期: 2023-06-05

基金项目: 云南省科技厅“科技入滇”项目 (202003AD150016); 云南省徐丽君专家工作站资助 (202005AF150074); 中国工程院咨询项目 (2022-XY-54); 现代农业产业技术体系建设专项资金资助项目 (Cars-34)

第一作者: 聂莹莹 (1990-), 女 (满族), 辽宁鞍山人, 科研助理, 硕士, 研究方向为草业科学. E-mail: 547105832@qq.com

通信作者: 徐丽君 (1978-), 女 (蒙古族), 内蒙古通辽人, 副研究员, 博士, 研究方向为牧草生产与草地改良. E-mail: xulijun@caas.cn

of China, 19 oat varieties (*Avena sativa*) were used as research objects to conduct detailed evaluation tests on production performance and the nutritional quality of varieties. Through detailed evaluation of the grey correlation degree, high quality oat varieties suitable for promotion and planting in winter fallow fields in the Wumeng Mountain area were selected. The results showed that in the relative drought years, the top three hay grass yield of the 19 oat varieties was 'Jialilüe', 'Qingyin No. 1' and 'Qinghai 444', with 15 941.55, 15 744.67 and 13 831.14 kg·ha⁻¹, respectively. In terms of nutritional quality, among the 19 oat varieties, the top varieties for crude protein content were 'Baler II' and 'Qingyin No. 1'. Neutral detergent fiber and acid detergent fiber were at low levels, and neutral detergent fiber and acid detergent fiber were at a low level. The varieties found to have better relative feed value were 'Baler II', 'Baler', 'Lena', and 'Qingyin No. 1', respectively, after applying gray correlation. The detailed evaluation results showed that 'Qingyin No. 1', 'Jialilüe', and 'Qinghai 444', with high weighted correlation ranking and high overall production performance, could be planted as the main varieties in winter fields in the Wumeng Mountains.

Keywords: Wumeng Mountains; oats; yield; nutritional quality; forage value; grey correlation evaluation; winter fields

Corresponding author: XU Lijun E-mail: xulijun@caas.cn

乌蒙山区位于云贵高原与四川盆地结合部, 属亚热带、暖温带高原季风气候, 降水时空分布不均。旱地占耕地面积比例高达 84%, 宜农宜牧, 土地贫瘠, 人均耕地少, 土地生产力低。该区域主要农作物为马铃薯 (*Solanum tuberosum*)、玉米 (*Zea mays*)、荞麦 (*Fagopyrum esculentum*) 和小麦 (*Triticum aestivum*) 等, 种植制度为一年一季, 多数地区春季播种, 夏末秋初收获, 冬季大量的耕地闲置, 丰富的土地资源得不到有效利用, 农业资源优势还未有效转化为经济优势。

滇东北地区是乌蒙山区集中分布区域, 同时云南是我国重要的牲畜养殖大省, 也是我国肉类的重要供给区, 家畜口粮主要以秸秆、麦秸为主, 优质饲草缺口较大。据统计, 云南省拥有农闲田面积 $4.95 \times 10^5 \text{ hm}^2$ ^[1]。如何深挖闲田资源, 充分利用农闲田、四边地种植饲草, “以草带粮”“藏粮于草”“藏肉于草”是亟待攻克的难题。云南省会泽县地处滇东北乌蒙山主峰地段, 山高陡峭, 山地面积占比高达 95.7%, 属高寒冷凉地区, 地下水资源贫乏, 冬春干旱, 夏秋雨水丰沛, 是乌蒙山区代表性区域之一。据会泽县农业农村局统计, 2021 年牛存栏 50.61 万头, 羊存栏 68.33 万只。随着当地畜牧业的快速发展和养殖规模的不断扩大, 优质牧草需求量也在不断增加, 优质饲草料严重匮乏, 导致草畜规模化养殖、提质增效等受到严重制约。由此可见, 如果能够将会泽县闲置的冬闲田资源充分利用, 由一年一季变成一年两季, 使长期“粮—经”二元种植结构转

变为“粮—经—草”三元种植结构, 可以很大程度上减少经济上的损失, 增加当地农民的经济收入, 同时也为会泽地区种植业良性循环增加新的选择, 从而增加优质饲草的生产供给, 有效缓解牧草短缺困局, 推动会泽县畜牧业的发展。

灰色关联度分析是一种将各个因子的作用进行综合描述和量化的评价方法, 其理论认为, 品种的关联度值越高, 则表明该品种与参考品种越接近, 综合表现越好^[2]。近年来, 在农业领域中在小麦^[2]、玉米^[3]、多年生黑麦草 (*Lolium perenne*)^[4]、紫花苜蓿 (*Medicago sativa*)^[5]、燕麦 (*Avena sativa*)^[6] 等作物的品种筛选试验中得到广泛应用, 结果可靠。

燕麦是禾本科燕麦属一年生草本植物, 能草籽兼用, 不仅是一种优质口粮, 而且是一种优质饲草, 可为牲畜提供稳定而优质的精饲料, 对畜牧业发展和生态建设都具有重要意义。燕麦具有适应性广、抗逆性强等优点^[7], 在乌蒙山区冬闲田种植燕麦, 能够防止水土流失和地表径流, 在一定程度上还可以减少无效蒸发^[8]。燕麦还具有营养品质优、能量含量高、有效纤维丰富以及适口性好的特点, 牲畜喜食^[9]。随着会泽县种植业结构的调整, 燕麦已成为会泽重要的优质饲草料作物, 种植面积逐渐扩大。目前, 关于燕麦的研究主要集中于引种筛选^[10]、青贮品质^[11]、栽培管理^[12-14]、生理特性^[15-16]、生产性能和营养价值^[17-20] 等多方面, 但针对云南高海拔地区尤其是冬闲田种植研究还十分有限, 目前影响燕麦推广种植的主要因素有燕麦品种品质差、产量低、种

植积极性低等。综上,在会泽引进和推广优良燕麦品种显得尤为迫切。本研究从生产需求出发,以19份不同品种燕麦作为试验材料,从生产性能与营养品质方面进行多角度探究,并运用灰色关联度法进行综合评价,以期筛选出适宜在会泽县种植的优质燕麦品种,并为冬闲田的进一步开发利用提供数据支撑与理论依据。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

供试的燕麦品种共19个,具体来源如表1所列。

表1 参试燕麦品种名称及其来源

Table 1 Name of participating oat varieties and their origin

编号 No.	品种名 Variety	来源 Source
S ₁	黄燕麦 Yellow oat	甘肃省 Gansu, China
S ₂	永久444 Yongjiu 444	甘肃省 Gansu, China
S ₃	甜燕麦 Sweet oat	甘肃省 Gansu, China
S ₄	伽利略 Jialilüe	甘肃省 Gansu, China
S ₅	W-BL2	甘肃省 Gansu, China
S ₆	青引2号 Qingyin No.2	青海省 Qinghai, China
S ₇	林纳 Lena	青海省 Qinghai, China
S ₈	青引1号 Qingyin No.1	青海省 Qinghai, China
S ₉	加燕2号 Jiayan No.2	加拿大 Canada
S ₁₀	青海甜燕麦 Qinghai sweet oat	青海省 Qinghai, China
S ₁₁	白燕7号 Baiyan No.7	吉林省 Jilin, China
S ₁₂	青海444 Qinghai 444	青海省 Qinghai, China
S ₁₃	青燕1号 Qingyan No.1	青海省 Qinghai, China
S ₁₄	领袖 Souris	美国 USA
S ₁₅	爱沃 Everleaf	美国 USA
S ₁₆	燕王 Forage plus	加拿大 Canada
S ₁₇	贝勒 II Baler II	加拿大 Canada
S ₁₈	贝勒 Baler	加拿大 Canada
S ₁₉	美达 Monida	美国 USA

1.2 研究区概况

研究区会泽县大桥乡(26°38'00"~26°44'24" N, 130°12'06"~130°22'02" E),国土面积222 m²,海拔

3 010 m,年平均气温9.6℃,年平均日照时数2 100 h,年均降水量933 mm,无霜期192 d。图1为会泽县大桥乡2018—2021年降水量情况。

1.3 试验方法

1.3.1 试验设计及田间管理

试验为随机区组设计,每个小区种植一个品种,小区面积为4 m×5 m,行距20 cm,每个品种设4次重复。于2020年11月6日条播,旱作,施入基肥二胺225 kg·hm⁻²,播种量为180 kg·hm⁻²。在燕麦分蘖期(12月中旬),追施尿素一次(150 kg·hm⁻²)。试验期间未进行灌溉。

1.3.2 测定指标及方法

产量测定:燕麦乳熟期时取样,样方长2 m,宽取5行,齐地刈割,称重,计算样方产量后折算成鲜草产量,4个重复,每个样方取样1 kg,自然条件下阴干,称干重。2021年5月26日进行刈割测产,从播种到刈期生长时长209 d。

营养品质测定:燕麦烘干至恒重后,将干草样品全株粉碎,粉碎后,过40 mm筛子制成植物样品,进行营养成分的测定。粗蛋白(crude protein, CP)采用半自动凯氏定氮法测定^[7];中性洗涤纤维(neutral detergent fiber, NDF)与酸性洗涤纤维(acid detergent fiber, ADF)采用纤维滤袋法测定^[18];相对饲喂价值(relative feed value, RFV)养分含量进行估算^[21],公式如下:

$$RFV = DDM \times DMI / 1.29;$$

$$DDM = 88.9 - 0.779 \times ADF;$$

$$DMI = 120 / NDF。$$

式中:DDM为干物质消化率,DMI为干物质采食量。

1.4 数据分析

采用Excel进行数据处理,SPSS 19.0软件进行方差分析($P < 0.05$)。利用Original 2017制图。

灰色关联度分析法:依据灰色关联度理论,将19份参试燕麦品种的干草产量、株高、粗蛋白含量、酸性洗涤纤维含量、中性洗涤纤维含量和相对饲喂价值视为一个整体,应用灰色关联度分析法进行综合评价,参试品种用 X 表示,性状用 k 表示,各参试品种 X 在性状 k 处的值构成比较数列 X_k , X_0 为构建的理想参考品种。供试的燕麦品种以 X 表示,

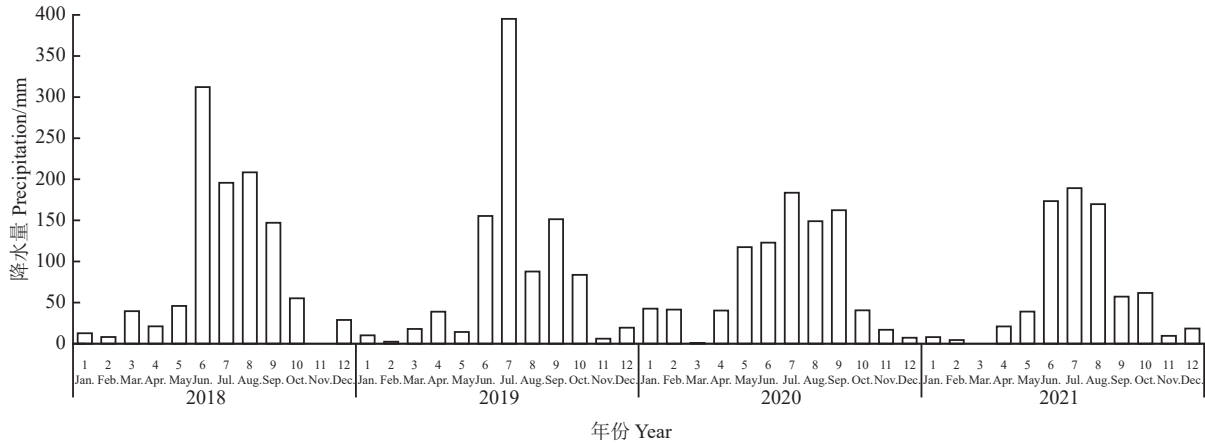


图 1 会泽县大桥乡 2018—2021 年降水量

Figure 1 Precipitation in Daqiao Township, Huize County, 2018—2021

性状以 k 表示, 参考数列记为 $\{X_0(k)\} (k=1, 2, 3, \dots, n)$ 比较数列记为 $\{X_i(k)\} (i=1, 2, 3, \dots, m; k=1, 2, 3, \dots, n)$, 通过各个比较数列 (X_i) 与参考数列 (X_0) 的相似程度来判断关联系数与关联度^[14]。公式如下:

$$\text{关联系数: } \alpha_i = \frac{\min_i \min_k \Delta_i(k) + \rho \max_i \max_k \Delta_i(k)}{\Delta_i(k) + \rho \max_i \max_k \Delta_i(k)}$$

式中: $\Delta_i(k) = |X_i(k) - X_0(k)|$, 表示 X_0 数列与 X_i 数列在第 k 点的绝对值, $\max_i \max_k \Delta_i(k)$ 为两极最大差, $\min_i \min_k \Delta_i(k)$ 为两极最小差; ρ 取 0.5。

$$\text{等权关联度: } \beta_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \alpha_i(k)$$

式中: n 为燕麦品种数, α_i 为关联系数。

$$\text{权重: } \omega_i = \frac{\beta_i}{\sum_{i=1}^n \beta_i}$$

$$\text{加权关联度: } \beta'_i = \sum_{k=1}^n \alpha_i \omega_i$$

2 结果与分析

2.1 19 份燕麦品种株高和干草产量

参试的 19 份燕麦品种株高在 59.47~108.80 cm, ‘青引 1 号’最高 (108.80 cm), ‘永久 444’次之 (100.53 cm), ‘青海 444’居第 3 (100.40 cm), 三者的株高显著高于其他燕麦品种的株高 ($P < 0.05$) (表 2)。干草产量以品种‘伽利略’最高 (15 941.55 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$), ‘青引 1 号’品种 (15 744.67 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$) 次之, ‘青海 444’

表 2 不同燕麦品种株高和干草产量情况

Table 2 Plant height and hay yield of different oat varieties

品种 Variety	株高 Plant height/cm	干草产量 Hay yield/($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)
黄燕麦 Yellow oat	89.00 ± 1.10f	11 423.50 ± 598.79cde
永久 444 Yongjiu 444	100.53 ± 1.10a	12 972.06 ± 800.89abc
甜燕麦 Sweet oat	90.80 ± 1.97f	12 311.34 ± 903.08abcd
伽利略 Jialilüe	93.47 ± 1.43def	15 941.55 ± 130.02a
W-BL2	75.60 ± 1.13g	10 723.77 ± 2 018.09cde
青引 2 号 Qingyin No.2	97.47 ± 1.90bcd	13 112.11 ± 1 084.21abc
林纳 Lena	91.73 ± 1.17ef	11 290.53 ± 2 168.36cde
青引 1 号 Qingyin No.1	108.80 ± 1.74a	15 744.67 ± 959.23ab
加燕 2 号 Jiayan No.2	95.60 ± 1.18cde	13 532.42 ± 1 284.45abc
青海甜燕麦 Qinghai sweet oat	99.20 ± 2.44bc	12 323.21 ± 205.79abcd
白燕 7 号 Baiyan No.7	88.93 ± 1.54g	10 976.43 ± 582.27cde
青海 444 Qinghai 444	100.40 ± 1.71a	13 831.14 ± 1 201.32abc
青燕 1 号 Qingyan No.1	99.87 ± 1.44bc	11 526.02 ± 1 716.32cde
领袖 Souris	69.67 ± 1.73h	7 889.89 ± 405.44ef
爱沃 Everleaf	59.47 ± 1.08i	12 303.44 ± 1 105.00abcd
燕王 Forage plus	78.87 ± 1.04g	11 896.30 ± 1 388.43bcd
贝勒 II Baler II	78.13 ± 1.78g	5 475.15 ± 475.37f
贝勒 Baler	77.87 ± 1.18g	12 290.05 ± 1 272.04abcd
美达 Monida	61.40 ± 1.31i	8 516.86 ± 1 551.51def

同列不同小写字母表示不同品种间差异显著 ($P < 0.05$); 下表同。

Different lowercase letters within the same column indicate significant difference between different varieties at the 0.05 level. This is applicable for the following tables as well.

品种 (13 831.14 kg·hm⁻²) 居第 3, 分别比干草产量最低的‘贝勒’(5 475.15 kg·hm⁻²) 显著高出 191.16%、187.57% 和 152.62% ($P < 0.05$)。

2.2 19 份燕麦品种营养品质比较

不同燕麦品种营养品质差异明显, 参试的 19 份燕麦粗蛋白含量在 8.05%~10.21% (表 3)。¹‘贝勒 II’ (10.21%) 干草 CP 含量最高, ‘青引 1 号’ (10.08%) 次之, 二者显著高于‘伽利略’、‘青引 2 号’、‘加燕 2 号’、‘白燕 7 号’、‘青海 444’、‘青燕 1 号’、‘领袖’、‘燕王’和‘贝勒’ ($P < 0.05$)。各燕麦品种 ADF 含量在 25.31%~30.86%, 以‘燕王’含量最高, 与‘黄燕麦’、‘永久 444’、‘伽利略’、‘W-BL2’、‘青引 2 号’、‘白燕 7 号’、‘青海 444’和‘青燕 1 号’之间差异不显著 ($P < 0.05$), 但显著高于其余燕麦品种 ($P > 0.05$)。‘燕王’的 NDF 含量最高, 为 57.35%, 与‘林纳’、‘青引 1 号’、‘青海甜燕麦’、‘白燕 7 号’、‘贝勒’和‘贝勒 II’

之间差异显著 ($P < 0.05$), 与其他燕麦品种差异不显著 ($P > 0.05$)。

2.3 19 份燕麦品种相对饲喂价值

不同燕麦品种 RFV 在 105.26~126.93 (图 2)。RFV 排名前 4 的燕麦品种分别是‘贝勒 II’、‘贝勒’、‘林纳’和‘青引 1 号’, RFV 最低的燕麦品种是‘燕王’, 相比前 4 的燕麦品种分别显著减少 17.07%、14.35%、12.36% 和 11.49% ($P < 0.05$); 19 份燕麦品种中, 有 16 份燕麦品种的相对饲喂价值高于 110, 其余 3 份燕麦品种的相对饲喂价值小于 110, 分别是‘燕王’、‘永久 444’和‘伽利略’ (图 2)。

2.4 灰色系统关联度法综合评价

运用灰色关联度理论, 根据关联度的大小对 19 份燕麦品种的产量、株高和营养价值指标做出综合评定 (表 4)。综合评定结果从高到低依次为

表 3 19 份燕麦品种营养品质比较分析
Table 3 Comparative analysis of nutritional varieties of 19 oat varieties

品种名 Variety	粗蛋白含量 Crude protein/%	酸性洗涤纤维含量 Acid detergent fiber/%	中性洗涤纤维含量 Neutral detergent fiber/%
黄燕麦 Yellow oat	9.35 ± 0.32ab	28.91 ± 0.78abcd	55.52 ± 2.27abcd
永久444 Yongjiu 444	10.02 ± 0.51a	30.81 ± 0.29a	55.54 ± 0.98abc
甜燕麦 Sweet oat	9.67 ± 0.27ab	28.48 ± 0.20bcde	54.41 ± 1.07abcde
伽利略 Jialilüe	8.65 ± 0.23bcd	29.39 ± 0.41abc	56.45 ± 1.11ab
W-BL2	9.09 ± 0.33abcd	30.06 ± 0.29ab	54.97 ± 1.47abcd
青引2号 Qingyin No.2	8.05 ± 0.36d	29.58 ± 0.39abc	54.60 ± 1.01abcde
林纳 Lena	9.52 ± 0.37ab	27.61 ± 0.45cde	52.21 ± 0.51cde
青引1号 Qingyin No.1	10.08 ± 0.44a	27.85 ± 0.63cde	52.69 ± 1.30bcde
加燕2号 Jiayan No.2	8.09 ± 0.35cd	27.16 ± 1.14def	55.21 ± 1.11abcd
青海甜燕麦 Qinghai sweet oat	9.21 ± 0.60abcd	28.43 ± 0.34bcde	52.66 ± 0.62bcde
白燕7号 Baiyan No.7	8.66 ± 0.36bcd	29.53 ± 0.57abc	52.85 ± 0.42bcde
青海444 Qinghai 444	8.52 ± 0.20bcd	30.03 ± 0.90ab	54.28 ± 1.25abcde
青燕1号 Qingyan No.1	8.68 ± 0.25bcd	29.48 ± 0.60abc	54.69 ± 1.60abcde
领袖 Souris	8.47 ± 0.22bcd	27.70 ± 0.37cde	54.57 ± 2.00abcde
爱沃 Everleaf	9.32 ± 0.35abc	27.98 ± 0.61cde	54.26 ± 0.66abcde
燕王 Forage plus	8.54 ± 0.56bcd	30.86 ± 0.91a	57.35 ± 0.70a
贝勒 II Baler II	10.21 ± 0.22a	27.15 ± 0.62def	51.29 ± 0.37de
贝勒 Baler	8.65 ± 0.51bcd	25.31 ± 0.35f	50.75 ± 0.91e
美达 Monida	9.56 ± 0.31ab	28.58 ± 0.73ef	55.03 ± 0.89abcd

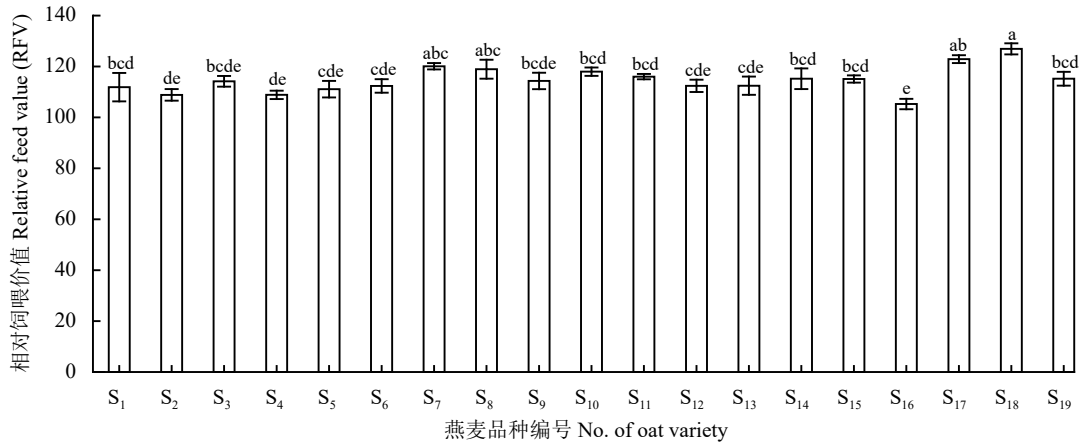


图 2 不同燕麦品种的相对饲喂价值

Figure 2 Relative feed value of different oat varieties

品种名编号与表 1 相同。

Variety information are same as them in Table 1.

表 4 不同燕麦品种各性状指标的关联系数值与关联度

Table 4 Trait correlation coefficient and association of each oat variety

品种名 Variety	产量 Yield	株高 Height	粗蛋白 含量 Crude protein	酸性洗 涤纤维 含量 Acid detergent fiber	中性洗 涤纤维 含量 Neutral detergent fiber	相对饲喂 价值 Relative feed value	等权关联度值 Equal weight association	排名 Order
黄燕麦 Yellow oat	0.498	0.944	0.998	0.994	0.993	0.957	0.897	15
永久444 Yongjiu 444	0.631	0.974	0.999	1.000	0.993	0.949	0.924	6
甜燕麦 Sweet oat	0.583	0.949	0.998	0.993	0.990	0.963	0.913	8
伽利略 Jialilüe	0.980	0.955	0.996	0.996	0.996	0.949	0.979	2
W-BL2	0.483	0.911	0.997	0.998	0.992	0.954	0.889	16
青引2号 Qingyin No.2	0.643	0.966	0.994	0.996	0.991	0.958	0.925	5
林纳 Lena	0.500	0.951	0.998	0.991	0.984	0.978	0.900	12
青引1号 Qingyin No.1	0.943	0.997	1.000	0.991	0.985	0.975	0.982	1
加燕2号 Jiayan No.2	0.674	0.961	0.994	0.989	0.992	0.963	0.929	4
青海甜燕麦 Qinghai sweet oat	0.587	0.971	0.997	0.993	0.985	0.973	0.918	7
白燕7号 Baiyan No.7	0.508	0.944	0.996	0.996	0.986	0.967	0.900	14
青海444 Qinghai 444	0.703	0.974	0.995	0.998	0.990	0.958	0.936	3
青燕1号 Qingyan No.1	0.537	0.972	0.996	0.996	0.991	0.958	0.908	10
领袖 Souris	0.393	0.898	0.995	0.991	0.991	0.965	0.872	18
爱沃 Everleaf	0.581	0.875	0.997	0.992	0.990	0.965	0.900	13
燕王 Forage plus	0.560	0.919	0.995	1.000	0.998	0.940	0.902	11
贝勒 II Baler II	0.333	0.917	1.000	0.989	0.982	0.986	0.868	19
贝勒 Baler	0.585	0.917	0.996	0.984	0.980	0.997	0.910	9
美达 Monida	0.408	0.879	0.998	0.993	0.992	0.965	0.873	17

‘青引 1 号’、‘伽利略’、‘青海 444’、‘加燕 2 号’、‘青 勒’、‘青燕 1 号’、‘燕王’、‘林纳’、‘爱沃’、‘白燕 引 2 号’、‘永久 444’、‘青海甜燕麦’、‘甜燕麦’、‘贝 7 号’、‘黄燕麦’、‘W-BL2’、‘美达’、‘领袖’和‘贝

勒 II'。

3 讨论

株高和产草量可以反映出燕麦的生产发育情况,是衡量禾本科牧草生产潜力的主要指标^[6]。本研究中,‘青引 1 号’、‘永久 444’和‘青海 444’的株高排名靠前,‘青引 1 号’显著高于其他供试品种($P < 0.05$);与其他地区研究相比,本研究中 19 份燕麦品种的株高介于 59.47~108.80 cm,低于张光雨等^[20](108.5~140.5 cm)和杨海磊等^[22](128.4~151.3 cm)关于燕麦的研究结果。另外,同一品种在不同区域的研究结果不同,如‘甜燕麦’、‘青海 444’、‘青引 2 号’和‘林纳’株高明显低于在西藏那曲申扎县^[23]、甘肃天祝地区^[24]和晋北农牧交错带^[6]的研究结果。这可能与会泽县土壤贫瘠、地下水资源贫乏和气候干旱(图 1)有关,特别是 2021 年是会泽县相对干旱的年份,从播种到收获,降水量仅为 60 mm 左右,选择的燕麦品种也充分体现出极强的抗旱能力。

牧草产量是饲用型燕麦生产中最重要指标,直接反映了不同品种间的生产性能和适应性^[19]。有研究指出,燕麦株高越高,其产量就越高^[25]。但本研究中干草产量最高的品种是‘伽利略’,但其株高却显著低于‘青引 1 号’、‘永久 444’和‘青海 444’($P < 0.05$),说明试验品种中燕麦产量并不是仅与植株高度相关,还取决于生境条件、燕麦品种和分蘖数影响。另外有研究表明^[26-28],在西昌冬闲田燕麦干草产量为 13 432.63~19 612.93 kg·hm⁻²,攀西地区冬闲田种植燕麦干草产量最高达到 15 065.98 kg·hm⁻²,华南地区冬闲田种植燕麦干草产量 9 290~1 0230 kg·hm⁻²。这些研究结果与本研究中燕麦干草产量 5 475.15~15 941.55 kg·hm⁻²之间具有一定的差异。这也反映出,即使都是冬闲田种植燕麦,但因区域不同,燕麦生产性能表现出差异。即使是同一品种在不同区域条件下表现结果也不尽相同^[29]。本研究中‘伽利略’和‘甜燕麦’产量高于晋北农牧交错区^[6];‘青海 444’、‘青引 2 号’和‘林纳’产量高于西藏那曲申扎县^[23]和肃南皇城^[22];‘青引 1 号’产量高于川西北^[30]和呼伦贝尔^[18];由此说明,即使在乌蒙山区的冬闲田种植这些燕麦品种,产量方面也比一些地区的春播燕麦具有优势。

在营养品质方面,粗蛋白含量是评价饲草营养

价值的重要指标,其次是 NDF 和 ADF^[31]。本研究结果显示,参试的 19 份燕麦品种的 CP、ADF 和 NDF 含量之间存在明显差异。CP、ADF 和 NDF 的变化范围分别在 8.05%~10.21%、25.31%~30.86% 和 50.75%~57.35%。张光雨等^[32]对不同燕麦品种在西藏河谷区的生产性能和营养品质进行评价,其 CP 含量低于本研究,但其 NDF 含量却高于比本研究,ADF 含量相差不大。孙建平^[6]的研究结果显示,CP 含量和 NDF 含量高于本研究结果,而 ADF 含量相近。姜慧新等^[33]在黄淮海地区分析了 22 个燕麦品种的农艺性状和饲草品质,结果表明,NDF 的含量与本研究结果相近,CP 含量比本研究的 CP 含量略高;而本研究的 CP 含量却显著高于张伟等^[34]所研究的抽穗期燕麦 CP 含量。其原因可能与燕麦品种的遗传特性、生长环境和收获时间密切相关^[20]。牧草的 RFV 是被确认的粗饲料相对价值指数,是一种较为简单实用的粗饲料饲用价值评价模型,RFV 值越高,说明牧草的饲用价值好^[35]。本研究中,RFV 较好的品种依次是‘贝勒 II’、‘贝勒’、‘林纳’和‘青引 1 号’。结合 CP、ADF 和 NDF 含量,‘贝勒 II’和‘青引 1 号’燕麦品种 CP 含量表现最好,且 NDF 和 ADF 均较低,说明这两种燕麦适口性较好,易被家畜吸收。

本研究基于产量与营养品质两个决定因素,应用灰色关联度分析方法对云南省会泽县冬闲田引种的 19 个燕麦品种综合评价,所构建的参考品种综合了供试品种的全部优良信息,能够客观、准确、全面地评价燕麦品种的优劣。灰色关联度排名靠前的分别是‘青引 1 号’、‘伽利略’和‘青海 444’。本研究结果与徐丽君等^[19]在乌蒙山区春闲田粮草轮作燕麦的生产性能的研究中得到的结果不同。可能是因为播期不同所致,另外根据会泽县大桥乡气象局资料显示(图 1),2021 年属于干旱年份,相比 2018—2020 年研究区降水量明显减少,在这种干旱的情况下,‘青引 1 号’、‘伽利略’、‘青海 444’表现出了更好的抗旱性,说明在极端气候条件下,这些品种可作为乌蒙山区冬闲田的首选种植品种。

4 结论

应用灰色关联度理论对燕麦的产量与营养品质进行综合分析发现,排名前 3 的品种分别是‘青引

1 号’、‘伽利略’和‘青海 444’; 若作为干草利用, 在会泽县地区可推荐种植的燕麦品种是‘伽利略’、‘青引 1 号’、‘青海 444’; 以青贮利用为目的, 推荐种植‘贝勒 II’、‘贝勒’、‘林纳’和‘青引 1 号’。在乌蒙山区冬闲田发展燕麦产业具有重要意义, 生产中, 一方

面可为牲畜提供优质的饲草, 另一方面, 种植模式由传统的一年一茬, 变为一年两茬, 提高了复种指数和单位土地面积效益产出比率, 且减少了与主要作物争用耕地的问题、降低了面源污染、改善了生态环境, 为会泽县畜牧业发展提供了饲草保障。

参考文献 References:

- [1] 全国畜牧总站. 中国草业统计. 北京: 中国农业科学出版社, 2019.
National Livestock General Station. Grass Industry Statistics in China. Beijing: China Agriculture Press, 2019.
- [2] 杨红燕, 徐肖, 栾海业, 张英虎, 臧慧, 乔海龙, 刘艳艳, 陶红, 陈健, 陈和, 沈会权. 长江中下游小麦产量与主要农艺性状的灰色关联度分析. 大麦与谷类科学, 2021, 38(3): 18-22, 48.
YANG H Y, XU X, LUAN H Y, ZHANG Y H, ZANG H, QIAO H L, LIU Y Y, TAO H, CHEN J, CHEN H, SHEN H Q. Grey correlation analysis of the relationship between the yield and main agronomic characters of wheat cultivars grown in the middle-lower Yangtze River. Barley and Cereal Sciences, 2021, 38(3): 18-22, 48.
- [3] 苏兰少, 林秀芳. 广西甜玉米新品种主要性状的灰色关联度分析. 现代农业科技, 2021(24): 18-19, 24.
SU L S, LIN X F. Grey correlation analysis of the main traits of new sweet corn varieties in Guangxi. Modern Agricultural Science and Technology, 2021(24): 18-19, 24.
- [4] 肖逸, 杨忠富, 聂刚, 韩佳婷, 帅杨, 张新全. 12 个多花黑麦草品种(系)在成都平原的生产性能和营养价值综合评价. 草业学报, 2021, 30(5): 174-185.
XIAO Y, YANG Z F, NIE G, HAN J T, SHUAI Y, ZHANG X Q. Multi-trait evaluation of yield and nutritive value of 12 *Lolium multiflorum* varieties or lines in Chengdu Plain. Acta Prataculturae Sinica, 2021, 30(5): 174-185.
- [5] 南丽丽, 师尚礼, 郭全恩, 白小明. 甘肃荒漠灌区播量和行距对紫花苜蓿营养价值的影响. 草业学报, 2019, 28(1): 108-119.
NAN L L, SHI S L, GUO Q E, BAI X M. Effects of seeding rate and row spacing on nutritional value of alfalfa in the arid oasis region of Gansu Province. Acta Prataculturae Sinica, 2019, 28(1): 108-119.
- [6] 孙建平, 董宽虎, 蒯晓妍, 薛竹慧, 高永强. 晋北农牧交错区引进燕麦品种生产性能及饲用价值比较. 草业学报, 2017, 26(11): 222-230.
SUN J P, DONG K H, KUAI X Y, XUE Z H, GAO Y Q. Comparison of productivity and feeding value of introduced oat varieties in the agro-pasture ecotone of northern Shanxi. Acta Prataculturae Sinica, 2017, 26(11): 222-230.
- [7] 肖燕子, 辛晓平, 徐丽君, 孙林, 王伟, 周天荣, 乌仁其其格. 呼伦贝尔地区不同添加剂对燕麦青贮品质的影响. 草业科学, 2022, 39(7): 1487-1493.
XIAO Y Z, XIN X P, XU L J, SUN L, WANG W, ZHOU T R, Wurenqiqige. Effect of different additives on the quality of oat silage in Hulunbuir area. Pratacultural Science, 2022, 39(7): 1487-1493.
- [8] 彭远英, 颜红海, 郭来春, 任长忠. 燕麦属不同倍性种质资源抗旱性状评价及筛选. 生态学报, 2011, 31(9): 2478-2491.
PENG Y Y, YAN H H, GUO C L, REN C Z. Evaluation and selection on drought-resistance of germplasm resources of *Avena* species with different types of ploidy. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(9): 2478-2491.
- [9] 严翊丹, 聂莹莹, 徐丽君, 高兴发, 饶彦章, 饶雄, 张洪志, 赵查书, 竺艳萍, 朱玉波. 西南山区冬闲田功能型燕麦品种潜力挖掘评价. 草业学报, 2023, 32(4): 42-53.
YAN Y D, NIE Y Y, XU L J, GAO X F, RAO Y Z, RAO X, ZHANG H Z, ZHAO C S, ZHU Y P, ZHU Y B. Potential excavation and evaluation of functional oat varieties in winter fallow field of southwest mountainous area. Acta Prataculturae Sinica, 2023, 32(4): 42-53.
- [10] 杨建, 雷雄, 陈煜坤, 刘伟, 董志晓, 熊毅, 熊艳丽, 马啸. 多花黑麦草与饲用燕麦引进品种在成都平原的生产性能评价. 草业科学, 2020, 37(6): 1124-1132.
YANG J, LEI X, CHEN Y K, LIU W, DONG Z X, XIONG Y, XIONG Y L, MA X. Production performance evaluation of introduced cultivars of Italian ryegrass and oat in the Chengdu Plain. Pratacultural Science, 2020, 37(6): 1124-1132.

- [11] 琚泽亮, 赵桂琴, 柴继宽, 贾志峰, 梁国玲. 不同燕麦品种在甘肃中部的营养价值及青贮发酵品质综合评价. *草业学报*, 2019, 28(9): 77-86.
JU Z L, ZHAO G Q, CAI J K, JIA Z F, LIANG G L. Comprehensive evaluation of nutritional value and silage fermentation quality of different oat varieties in central Gansu Province. *Acta Prataculturae Sinica*, 2019, 28(9): 77-86.
- [12] 韩加洪, 王希武, 关勇, 孔宇, 席振海. 黑龙江省北部高寒地区燕麦栽培技术. *现代化农业*, 2016(3): 29-30.
HAN J H, WANG X W, GUANG Y, KONG Y, XI Z H. Cultivation technology of oats in alpine areas in northern Heilongjiang Province. *Modernizing Agriculture*, 2016(3): 29-30.
- [13] 付立东, 王宇, 李旭, 隋鑫, 任海, 李宝军. 滨海盐碱地区燕麦栽培技术研究. *干旱地区农业研究*, 2011, 29(6): 63-67, 73.
FU L D, WANG Y, LI X, SUI X, REN H, LI B J. Study on cultivation techniques of oat in coastal saline-alkaline areas. *Agricultural Research in the Arid Areas*, 2011, 29(6): 63-67, 73.
- [14] 宋国英, 杨素涛, 孙全平. 高海拔地区引种燕麦栽培试验研究. *西藏农业科技*, 2017, 39(4): 5-10.
SONG G Y, YANG S T, SUN Q P. Study on the cultivation of introduction oats in high altitude area. *Tibet Journal of Agricultural Sciences*, 2017, 39(4): 5-10.
- [15] 王晓雪, 李越, 张斌, 贾举庆, 冯美臣, 张美俊, 杨武德. 干旱胁迫及复水对燕麦根系生长及生理特性的影响. *草地学报*, 2020, 28(6): 1588-1596.
WANG X X, LI Y, ZHANG B, JIA J Q, FENG M C, ZHANG M J, YANG W D. Effects of drought stress and rehydration on root growth and physiological characteristics of oats. *Acta Agrestia Sinica*, 2020, 28(6): 1588-1596.
- [16] 蔺豆豆, 赵桂琴, 琚泽亮, 宫文龙. 15份燕麦材料苗期抗旱性综合评价. *草业学报*, 2021, 30(11): 108-121.
LIN D D, ZHAO G Q, JU Z L, GONG W L. Comprehensive evaluation of drought resistance of 15 oat varieties at the seedling stage. *Acta Prataculturae Sinica*, 2021, 30(11): 108-121.
- [17] 旦增塔庆, Purna Bhadra Chapagain, Shankar Raj Pant, 杰布, 格桑顿珠, 陈少锋. 不同燕麦品种在尼泊尔北部山区的生长特性及其营养品质的研究. *草业学报*, 2021, 30(10): 73-82.
Danzengtaqing, CHAPAGAIN P B, PANT S R, Jiebu, Gesangdunzhu, CHEN S F. Growth characteristics and nutritive value of multiple oat varieties in mountainous Northern Nepal. *Acta Prataculturae Sinica*, 2021, 30(10): 73-82.
- [18] 肖燕子, 徐丽君, 辛晓平, 乌仁其其格, 孙林, 姜超. 呼伦贝尔地区不同燕麦品种的营养价值及发酵品质评价研究. *草业学报*, 2020, 29(12): 171-179.
XIAO Y Z, XU L J, XIN X P, Wurenqiqige, SUN L, JIANG C. Nutritional value and fermentation quality of different oat varieties in the Hulunbuir area. *Acta Prataculturae Sinica*, 2020, 29(12): 171-179.
- [19] 徐丽君, 柳茜, 肖石良, 饶彦章, 赵东奇, 孙启忠, 王波. 乌蒙山区春闲田粮草轮作燕麦的生产性能. *草业科学*, 2020, 37(3): 514-521.
XU L J, LIU Q, XIAO S L, RAO Y Z, ZHAO D Q, SUN Q Z, WANG B. Productive performance of oat rotation in spring fallow in Wumeng Mountain Area. *Pratacultural Science*, 2020, 37(3): 514-521.
- [20] 张光雨, 王江伟, 张豪睿, 付刚, 沈振西. 西藏日喀则地区8个引进燕麦品种的生产性能和营养品质比较. *草业科学*, 2019, 36(4): 1117-1125.
ZHANG G Y, WANG J Y, ZHANG H R, FU G, SHEN Z X. Comparative study on production performance and nutritional quality of eight imported oat varieties in the Shigatse region of Tibet, China. *Pratacultural Science*, 2019, 36(4): 1117-1125.
- [21] 李满有, 杨彦军, 王斌, 沈笑天, 曹立娟, 李小云, 倪旺, 兰剑. 宁夏干旱区滴灌条件下燕麦与光叶紫花苜蓿不同混播模式的生产性能、品质及综合评价研究. *草业学报*, 2022, 31(4): 62-71.
LI M Y, YANG Y J, WANG B, SHEN X T, CAO L J, LI X Y, NI W, LAN J. Yield, forage quality and a multivariate evaluation of *Avena sativa* and *Vicia villosa* in different mixed planting patterns under drip irrigation in an arid area of Ningxia. *Acta Prataculturae Sinica*, 2022, 31(4): 62-71.
- [22] 杨海磊, 徐长林, 鱼小军, 肖红, 张建平, 安晓东, 杨发森, 任宝虎, 周瑞娟. 14份燕麦种质在肃南皇城镇的生产性能比较. *草业科学*, 2016, 33(1): 129-135.
YANG H L, XU C L, YU X J, XIAO H, ZHANG J W, AN X D, YANG F S, REN B H, ZHOU R J. Comparative study on the performance of 14 oat (*Avena sativa*) germplasm in Huangcheng Town of Sunan County, Gansu Province. *Pratacultural Science*, 2016, 33(1): 129-135.

- [23] 史睿智, 仁增旺堆, 片多, 夏菲, 王敬龙, 张晓庆. 4个燕麦品种在西藏那曲申扎县的适应性评价. *中国草地学报*, 2022, 44(2): 49-54.
SHI R Z, Renzengwangdui, Pianduo, XIA F, WANG J L, ZHANG X Q. Adaptability evaluation of four oat cultivars in Xainza County, Nagqu, Tibet. *Chinese Journal of Grassland*, 2022, 44(2): 49-54.
- [24] 耿小丽, 韩天虎, 张少平, 李德明, 刘乾, 武慧娟. 30个燕麦品种(品系)在甘肃天祝地区的适应性评价. *草地学报*, 2019, 27(6): 1743-1750.
GENG X L, HAN T H, ZHANG S P, LI D M, LIU Q, WU H J. Adaptability evaluation of 30 oat germplasm in Tianzhu. *Acta Agrestia Sinica*, 2019, 27(6): 1743-1750.
- [25] 乔志宏, 魏臻武, 任海龙, 郑曦. 燕麦干草产量与构成性状的灰色关联分析. *江苏农业科学*, 2016, 44(3): 267-270.
QIAO Z H, WEI Z W, REN H L, ZHENG X. Grey correlation analysis of oat hay yield and constituent characters. *Jiangsu Agricultural Science*, 2016, 44(3): 267-270.
- [26] 柳茜, 孙启忠, 卢寰宗, 郝虎, 何春. 冬闲田不同燕麦品种生产性能的初步分析. *中国奶牛*, 2017(10): 51-54.
LIU Q, SUN Q Z, LU H Z, HAO H, HE C. Preliminary analysis of production performance of different oat varieties in paddy field. *China Dairy Cattle*, 2017(10): 51-54.
- [27] 柳茜, 孙启忠, 杨万春, 郝虎, 乔雪峰, 徐丽君. 攀西地区冬闲田种植晚熟型燕麦的最佳刈割期研究. *中国奶牛*, 2019(1): 4-8.
LIU Q, SUN Q Z, YANG W C, HAO H, QIAO X F, XU L J. Study on the best cutting period of late maturity oats planted in winter fallow field in Panxi region. *China Dairy Cattle*, 2019(1): 4-8.
- [28] 谢昭良, 张腾飞, 陈鑫珠, 张建国. 冬闲田种植2种燕麦的营养价值及土壤肥力研究. *草业学报*, 2013, 22(2): 47-53.
XIE Z L, ZHANG T F, CHEN X Z, ZHANG J G. A study on the nutrient value of oat and its influences on soil fertility of winter fallow fields. *Acta Prataculturae Sinica*, 2013, 22(2): 47-53.
- [29] 南铭, 赵桂琴, 李晶, 柴继宽. 西北半干旱区引种燕麦品种产量与品质的关联分析及评价. *草地学报*, 2018, 26(1): 125-133.
NAN M, ZHAO G Q, LI J, CAI J K. Correlation analysis and synthesise evaluation of yield and quality introduced oat varieties in semi-arid of northwest. *Acta Agrestia Sinica*, 2018, 26(1): 125-133.
- [30] 彭先琴, 周青平, 刘文辉, 魏小星, 田莉华, 陈有军, 王沛. 川西北高寒地区6个燕麦品种生长特性的比较分析. *草业科学*, 2018, 35(5): 1208-1217.
PENG X Q, ZHOU Q P, LIU W H, WEI X X, TIAN L H, CHEN Y J, WANG P. A comparative analysis of growth characteristics of six oat cultivars in the north-western Sichuan alpine region. *Pratacultural Science*, 2018, 35(5): 1208-1217.
- [31] 聂红霞, 李彦忠. 茎点霉叶斑病对红豆草产量和养分的影响. *草业科学*, 2014, 31(4): 689-696.
NIE H X, LI Y Z. Effects of sainfoin *Phoma* leaf spot on the yield and nutrition. *Pratacultural Science*, 2014, 31(4): 689-696.
- [32] 张光雨, 马和平, 邵小明, 王江伟, 沈振西, 付刚. 西藏河谷区9个引进燕麦品种的生产性能和营养品质比较研究. *草业学报*, 2019, 28(5): 121-131.
ZHANG G Y, MA H P, SHAO X M, WANG J W, SHEN Z X, FU G. A comparative study of yield and nutritive value of nine imported oat varieties in the valley region of Tibet, China. *Acta Prataculturae Sinica*, 2019, 28(5): 121-131.
- [33] 姜慧新, 柏杉杉, 吴波, 宋静怡, 王国良. 22个燕麦品种在黄淮海地区的农艺性状与饲草品质综合评价. *草业学报*, 2021, 30(1): 140-149.
JIANG H X, BAI S S, WU B, SONG J Y, WANG G L. A multivariate evaluation of agronomic traits and forage quality of 22 oat varieties in the Huang-Huai-Hai area of China. *Acta Prataculturae Sinica*, 2021, 30(1): 140-149.
- [34] 张伟, 周青平, 陈有军, 潘静, 金晓明, 孙万斌, 贾志锋. 呼伦贝尔地区 10 个引进燕麦品种生产性能及饲草品质比较. *草业学报*, 2021, 30(12): 129-142.
ZHANG W, ZHOU Q P, CHEN Y J, PAN J, JIN X M, SUN W B, JIA Z F. Comparison of production performance and forage quality of ten introduced oat varieties in Hulunbuir, China. *Acta Prataculturae Sinica*, 2021, 30(12): 129-142.
- [35] 徐长林. 高寒牧区不同燕麦品种生长特性比较研究. *草业学报*, 2012, 21(2): 280-285.
XU C L. A study on growth characteristics of different cultivars of oat (*Avena sativa*) in alpine region. *Acta Prataculturae Sinica*, 2012, 21(2): 280-285.

(责任编辑 王芳)