

网络出版时间:2019-09-09 17:25      DOI:10.13207/j.cnki.jnwafu.2020.03.004  
网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20190909.1723.008.html>

# 12 份燕麦品种在阿鲁科尔沁旗地区的生产性能研究

张晴晴,梁庆伟,杨秀芳,娜日苏,潘翔磊,王 昇  
(赤峰市农牧科学研究院,内蒙古 赤峰 024031)

【摘 要】 【目的】筛选适宜内蒙阿鲁科尔沁旗地区种植的燕麦品种。【方法】对 12 份燕麦(*Avena sativa*)品种的生育期、草产量、茎叶比、营养特性等进行测定和分析,并运用灰色关联度分析法对各品种的生产性能进行综合评价。【结果】12 份供试燕麦品种均能在阿鲁科尔沁旗地区完成整个生育期,表现出较好的适应性,生育期为 83~94 d,其中枪手的生育期最短(83 d),爱沃的生育期最长(94 d)。贝勒二代和牧王的株高均达到 100 cm 以上。枪手、贝勒二代和牧王的干草产量较高,分别为 9.99,8.69 和 8.59 t/hm<sup>2</sup>。贝勒二代的茎叶比最低(1.12),适口性最好;美达的茎叶比最高(3.19)。爱沃和贝勒二代的粗蛋白含量(质量分数)较高,分别为 12.20%和 11.90%;太阳神、贝勒二代和领袖的中性洗涤纤维及酸性洗涤纤维含量较低,领袖和贝勒二代的相对饲喂价值较高。灰色关联度分析表明,综合评价排在前 2 位的燕麦品种为贝勒二代和牧王,其加权关联度分别为 0.838 2 和 0.799 1。【结论】燕麦品种贝勒二代和牧王综合表现最好,适宜在阿鲁科尔沁旗地区推广种植。

【关键词】 燕麦品种;灰色关联分析;生产性能  
【中图分类号】 S544<sup>+</sup>.901      【文献标志码】 A      【文章编号】 1671-9387(2020)03-0023-07

## Production performance of 12 oat varieties in the Aru kerqin banner

ZHANG Qingqing, LIANG Qingwei, YANG Xiufang,  
NA Risu, PAN Xianglei, WANG Sheng  
(Chifeng Academy of Agricultural and Animal Sciences, Chifeng, Inner Mongolia 024031, China)

**Abstract:** 【Objective】 This study aimed to select special oat varieties suitable for planting in the Aru kerqin banner area. 【Method】 The growth period, grass yield, stem-to-leaf ratio and nutritional characteristics of 12 oats varieties were analyzed and the production performance of different varieties was evaluated with grey correlation analysis. 【Result】 All tested varieties had good adaptability to local environment with breeding period of 83 to 94 days. Among them, Gunners had the shortest growth period (83 d), while Aiwo had the longest growth period (94 d). The plant heights of Baler II and Haymaker all reached more than 100 cm. The hay yields of Gunners, Baler II and Haymaker were the highest of 9.99, 8.69 and 8.59 t/hm<sup>2</sup>, respectively. Baylor II had the lowest stem-leaf ratio (1.12) and the best palatability, and Meida had the highest stem-leaf ratio (3.19). Aiwo and Baler II had the highest crude protein contents (mass fraction) of 12.20% and 11.90%, respectively. The Titan, Baler II and Souris had low levels of neutral detergent fiber and acid detergent fiber, while Souris and Baylor II had the highest feed value. According to the gray correlation analysis, Baylor II and Haymaker had the highest comprehensive evaluation with weighted correlations of 0.838 2 and 0.799 1, respectively. 【Conclusion】 Baler II and Haymaker had the best performance and were suitable for promotion and utilization in the Aru kerqin banner area.

〔收稿日期〕 2019-01-21  
〔基金项目〕 现代农业产业技术体系建设专项(CARS-34)  
〔作者简介〕 张晴晴(1989—),女(蒙古族),内蒙古赤峰人,助理研究员,硕士,主要从事牧草加工与草产品利用研究。  
E-mail: qingzq@yeah.net

**Key words:** *Avena sativa* variety; grey correlation analysis; production performance

燕麦(*Avena sativa*)为 1 年生禾本科植物,具有耐贫瘠、耐旱、抗性强的特性<sup>[1-3]</sup>,其产量高、品质优、适口性好,已成为我国北方地区冬春补饲和建设栽培草地的优质牧草<sup>[4]</sup>。随着禁牧政策的实施,燕麦产业化规模的扩大对当地生态建设和畜牧产业发展具有重要意义<sup>[5]</sup>。

目前,国内外关于燕麦的研究主要集中在物候期<sup>[6-7]</sup>、产量与营养<sup>[8-10]</sup>、栽培技术<sup>[11]</sup>及品种生产性能比较等方面。不同地区燕麦品种生产性能的比较已有较多报道,杨海磊等<sup>[12]</sup>研究了 14 份燕麦资源在甘肃省肃南县皇城镇的生产性能,得出青永久 167、青永久 479 和青永久 233 在肃南皇城镇的综合表现较好;赵德<sup>[13]</sup>研究了 6 个燕麦品种在青海省共和县的生产性能,得出青引 2 号、青引 1 号和青海甜燕麦适宜在该地区推广栽种。然而,不同地区的气候条件存在差异,针对某一地区筛选出适应当地生长的燕麦品种,对该地区畜牧业发展至关重要。

内蒙古赤峰市阿鲁科尔沁旗(以下简称阿旗)是我国北方优质燕麦重要种植基地之一,随禁牧政策的实施,燕麦年种植面积不断扩大<sup>[14]</sup>。但在生产实践中,存在燕麦品种老化、单一、产量低的问题。同时,阿旗地处科尔沁沙地北缘,冬季寒冷干燥,春季风沙大且倒春寒频发,低温、持久干旱和风蚀成为影响当地春播燕麦出苗、产量和品质的主要因素。研究表明,免耕能有效保持土壤含水量<sup>[15]</sup>和土壤温度<sup>[16]</sup>,降低地表风速<sup>[17-18]</sup>,增加燕麦品种对阿旗气候特点的适应性。因此,筛选适应当地春季免耕播种、产量高、品质好的燕麦品种,能弥补阿旗地区燕麦资源匮乏的状况。此外,优质燕麦品种不仅要高产,还要综合表现优秀。在实际生产中,对燕麦品种优劣的评价多以产量、粗蛋白含量等单指标作为评价标准,具有一定的局限性。灰色关联度分析法可全面且客观地评价品种的优劣,已广泛应用于草业、农业和林业良种的综合评价中<sup>[19]</sup>。

综上,为筛选适宜在阿旗地区种植的优质高产燕麦新品种,本研究利用生物统计学方法和灰色关联度分析法,对 12 份燕麦品种的生产性能进行综合评价,旨在为该地区燕麦生产和良种培育奠定基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验地位于内蒙古赤峰市阿鲁科尔沁旗绍根镇

(43.61°N,120.37°E),该地属中温带半干旱大陆性季风气候区。年平均气温 5.5℃,年积温 2 900~3 400℃,无霜期 125~135 d,年平均降水量 300~400 mm。试验地土壤为沙漠化土,有机质含量 0.97%(质量分数),全氮 600 mg/kg,速效磷 8.1 mg/kg,速效钾 104 mg/kg<sup>[20]</sup>。

### 1.2 试验材料

供试的 12 份燕麦品种中,太阳神、牧王、燕王、贝勒、贝勒二代、美达、枪手、领袖、魅力、爱沃购于北京正道生态科技有限公司,甜燕、牧乐思购于北京佰青源畜牧业科技发展有限公司。

### 1.3 试验设计

各燕麦品种于 2018 年 3 月 26 日播种,采取随机区组排列,试验小区面积为 10 m<sup>2</sup>(行长 5 m,行宽 2 m),3 次重复,采用人工开沟条播,行距为 20 cm,播种量 209 kg/hm<sup>2</sup>,试验地四周设 1 m 保护行。

### 1.4 测定项目与方法

1.4.1 生育期观测 记录燕麦的出苗期、拔节期、抽穗期、灌浆期、乳熟期和成熟期。

1.4.2 株高 于燕麦灌浆期在各小区内分别随机选取 10 株燕麦,测量从地面到植株穗顶端的绝对高度,单位以 cm 表示。

1.4.3 草产量 燕麦灌浆期各小区选择 1 m<sup>2</sup>的样方,齐地面刈割,立即称取质量即为鲜草产量,换算为单位面积鲜草产量。同时,取代表性鲜草 200 g 装入网袋,置于 60℃烘箱中烘干至恒质量后称量。计算鲜干比(鲜干比=鲜草质量/干草质量),再根据鲜干比折算单位面积干草产量。

1.4.4 茎叶比 各小区取燕麦鲜样 500 g,将茎和叶分开,自然风干后,分别称其质量,计算茎叶比(茎叶比=茎质量/叶质量)。

1.4.5 常规养分 各小区取烘干至恒质量的燕麦草样,过 0.45 mm 筛后测养分含量。粗蛋白(CP)含量采用凯氏半微量定氮法<sup>[21]</sup>测定,酸性洗涤纤维(ADF)和中性洗涤纤维(NDF)含量采用范氏洗涤剂法<sup>[22]</sup>测定,可溶性碳水化合物(WSC)含量采用蒽酮-硫酸比色法<sup>[23]</sup>测定。以上指标单位均以质量分数(%)表示。

### 1.5 数据处理

试验数据用 Excel 处理,采用 SPSS 19.0 统计软件进行单因素方差分析(one-way ANOVA)和多重比较(LSD 法),并用灰色关联度分析法综合评价

燕麦的生产性能指标。

饲料相对饲喂价值(RFV)<sup>[24]</sup>按下式计算:

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

式中:DMI 为粗饲料干物质的随意采食量占体质量的百分比,DDM 为可消化的干物质占干物质的百分比。

DMI 和 DDM 的预测模型公式分别为:

$$DMI(\%)=120/NDF(\%);$$

$$DDM(\%)=88.9-0.779 \times ADF(\%)。$$

表 1 12 份燕麦品种在内蒙古阿鲁科尔沁旗的生育期

Table 1 The phomological phases of 12 oat varieties in the Aru kerqin banner, Inner Mongolia

| 品种<br>Variety  | 出苗期<br>Seeding stage | 拔节期<br>Elongating stage | 抽穗期<br>Heading stage | 灌浆期<br>Filling stage | 乳熟期<br>Milking stage | 成熟期<br>Mature stage |
|----------------|----------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| 太阳神 Titan      | 04-18                | 05-20                   | 06-10                | 06-20                | 06-30                | 07-12               |
| 牧王 Haymaker    | 04-18                | 05-22                   | 06-13                | 06-23                | 07-04                | 07-15               |
| 燕王 Forage Plus | 04-18                | 05-22                   | 06-10                | 06-20                | 06-30                | 07-12               |
| 贝勒 Baler       | 04-18                | 05-20                   | 06-10                | 06-20                | 06-30                | 07-12               |
| 贝勒二代 Baler II  | 04-18                | 05-22                   | 06-13                | 06-23                | 07-04                | 07-15               |
| 美达 Monida      | 04-18                | 05-20                   | 06-10                | 06-20                | 06-30                | 07-15               |
| 枪手 Gunners     | 04-18                | 05-20                   | 06-10                | 06-14                | 06-28                | 07-09               |
| 领袖 Souris      | 04-13                | 05-14                   | 06-04                | 06-20                | 06-28                | 07-12               |
| 魅力 Charisma    | 04-18                | 05-20                   | 06-10                | 06-20                | 06-30                | 07-12               |
| 爱沃 Aiwo        | 04-18                | 05-19                   | 06-20                | 06-30                | 07-05                | 07-20               |
| 甜燕 Sweet Yan   | 04-18                | 05-22                   | 06-13                | 06-25                | 07-04                | 07-18               |
| 牧乐思 Molasses   | 04-18                | 05-22                   | 06-14                | 06-25                | 07-04                | 07-18               |

由表 1 还可知,供试 12 份燕麦品种于播种后 17~22 d 出苗;5 月 14—22 日开始拔节,拔节最早的燕麦品种是领袖;抽穗期在 6 月 4 日至 6 月 20 日,其中领袖抽穗期最早,爱沃抽穗期最晚;12 份燕麦品种均于 6 月中下旬进入灌浆期,6 月末到 7 月初进入乳熟期,7 月中旬前后进入成熟期,成熟期最早的是枪手,最晚的是爱沃。

表 2 12 份燕麦品种的株高和草产量

Table 2 Grass yields and plant heights of 12 oat varieties

| 品种<br>Variety  | 株高/cm<br>Plant height | 鲜草产量/(t·hm <sup>-2</sup> )<br>Fresh yield | 鲜草产量增幅/%<br>Increase of fresh yield | 干草产量/(t·hm <sup>-2</sup> )<br>Hay yield | 干草产量增幅/%<br>Increase of hay yield |
|----------------|-----------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------|
| 太阳神 Titan      | 81.00±8.36 de         | 16.14±3.19 bc                             | 26.0                                | 8.36±1.68 ab                            | 37.1                              |
| 牧王 Haymaker    | 100.43±4.21 a         | 20.97±2.44 ab                             | 63.8                                | 8.59±0.73 ab                            | 40.9                              |
| 燕王 Forage Plus | 85.87±1.07 bcde       | 17.14±1.26 abc                            | 33.8                                | 7.95±0.37 ab                            | 30.4                              |
| 贝勒 Baler       | 89.13±7.50 abcd       | 17.86±1.53 abc                            | 39.4                                | 8.20±0.89 ab                            | 34.6                              |
| 贝勒二代 Baler II  | 101.63±2.83 a         | 23.47±1.31 a                              | 83.3                                | 8.69±0.69 ab                            | 42.6                              |
| 美达 Monida      | 82.63±2.54 cde        | 17.11±0.71 abc                            | 33.6                                | 8.22±0.59 ab                            | 34.8                              |
| 枪手 Gunners     | 96.97±2.17 ab         | 19.12±0.87 abc                            | 49.3                                | 9.99±0.19 a                             | 63.8                              |
| 领袖 Souris      | 62.47±5.72 f          | 12.81±2.36 c                              | 0                                   | 6.09±1.04 b                             | 0                                 |
| 魅力 Charisma    | 62.17±1.22 f          | 16.94±2.51 abc                            | 32.3                                | 7.91±0.81 ab                            | 29.8                              |
| 爱沃 Aiwo        | 75.07±2.26 e          | 19.31±1.96 abc                            | 50.8                                | 7.14±0.68 ab                            | 17.1                              |
| 甜燕 Sweet Yan   | 95.53±1.51 abc        | 16.49±0.56 abc                            | 28.8                                | 7.83±0.41 ab                            | 28.5                              |
| 牧乐思 Molasses   | 95.63±6.21 abc        | 18.46±3.63 abc                            | 44.1                                | 7.64±1.28 ab                            | 25.4                              |

注:同列数据后标不同小写字母表示差异显著(P<0.05),表 3 同。鲜草产量增幅和干草产量增幅均以领袖的草产量为基准计算。

Note; Different lowercase letters after the same column data indicate significant difference (P<0.05). The same as Table 3. The increase of fresh grass yield and hay yield were calculated on the basis of Lingxiu grass yield.

2 结果与分析

2.1 12 份燕麦品种的生育期

在相同生长条件下,12 份供试燕麦品种的生育期不同。由表 1 可知,12 份燕麦品种生长良好且均能在阿旗完成整个生育期,生育期为 83~94 d 不等,其中枪手生育期最短,爱沃生育期最长,其他品种生育期居中。

2.2 12 份燕麦品种的株高和草产量

12 份燕麦品种的株高和草产量测定结果如表 2 所示。由表 2 可知,12 份供试燕麦品种的株高差异较大,其中贝勒二代和牧王的株高较高,均在 100 cm 以上;魅力的株高最低,为 62.17 cm,显著(P<0.05)低于除领袖外的其他品种。

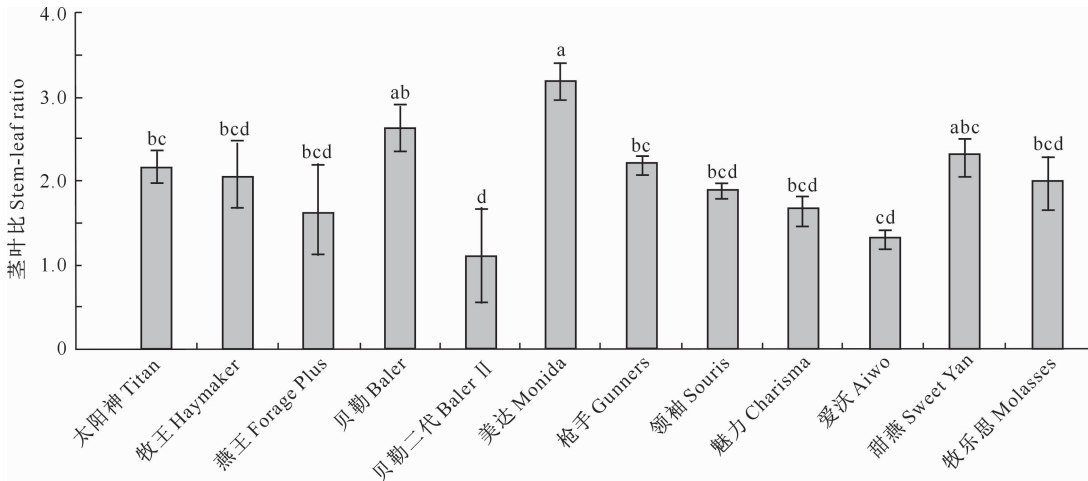
由表 2 还可知,贝勒二代和牧王的鲜草产量排在前两位,分别为 23.47 和 20.97 t/hm<sup>2</sup>,显著( $P<0.05$ )高于鲜草产量最低的领袖;其次为爱沃、枪手和牧乐思,但其鲜草产量与其他品种无显著差异( $P>0.05$ )。以领袖鲜草产量为标准,增产幅度低于 50%的燕麦品种有太阳神、燕王、贝勒、美达、枪手、魅力、甜燕和牧乐思,增产幅度高于 50%的燕麦品种有牧王、贝勒二代和爱沃。

表 2 表明,枪手的干草产量最高,达 9.99 t/hm<sup>2</sup>,显著( $P<0.05$ )高于干草产量最低的领袖;其次是贝勒二代和牧王,但其干草产量与其他品种无显著差异( $P>0.05$ )。以领袖干草产量为标准,

增产幅度低于 30%的燕麦品种有魅力、爱沃、甜燕和牧乐思,增产幅度在 30%~50%的燕麦品种有太阳神、牧王、燕王、贝勒、贝勒二代和美达,增产幅度高于 50%的燕麦品种为枪手。

2.3 12 份燕麦品种的茎叶比

由图 1 可知,12 份供试燕麦品种的茎叶比存在明显差异( $P<0.05$ ),其中茎叶比最小的燕麦品种为贝勒二代(1.12),其次是爱沃(1.34)和燕王(1.63),茎叶比最大的品种是美达(3.19),显著( $P<0.05$ )大于除贝勒和甜燕外的其他燕麦品种。因此,贝勒二代、爱沃和燕王的叶量比较丰富,适口性好;而美达、贝勒和甜燕的叶量较少,适口性较差。



柱上标不同小写字母表示燕麦品种间差异显著( $P<0.05$ )。图 2 同  
Differences lowercase letters indicate significant difference between different oat varieties ( $P<0.05$ ). The same as Fig. 2

图 1 12 份燕麦品种的茎叶比

Fig. 1 Stem to leaf ratios of 12 oat varieties

2.4 12 份燕麦品种的营养特性

2.4.1 营养成分 粗蛋白(CP)含量高低影响牧草品质的好坏,CP 含量越高,牧草的品质越好。由表 3 可知,爱沃和贝勒二代的 CP 含量分别为 12.20%

和 11.90%,均显著( $P<0.05$ )高于除牧王外的其他燕麦品种;CP 含量较低的燕麦品种是美达和枪手;这说明爱沃和贝勒二代的品质较好,而美达和枪手的品质较差。

表 3 12 份燕麦品种的营养成分比较

Table 3 Comparison of nutritional components of 12 oat varieties

| 品种<br>Variety  | 粗蛋白<br>CP     | 酸性洗涤纤维<br>ADF  | 中性洗涤纤维<br>NDF | 可溶性碳水化合物<br>WSC |
|----------------|---------------|----------------|---------------|-----------------|
| 太阳神 Titan      | 9.57±0.38 b   | 31.10±1.21 bc  | 50.03±2.42 ab | 8.10±0.15 b     |
| 牧王 Haymaker    | 10.67±0.50 ab | 33.87±1.53 ab  | 57.10±2.43 a  | 4.00±0.35 d     |
| 燕王 Forage Plus | 9.70±0.15 b   | 33.00±1.04 abc | 53.80±2.79 ab | 4.70±0.25 d     |
| 贝勒 Baler       | 10.07±0.62 b  | 31.50±1.43 abc | 50.90±1.45 ab | 4.70±0.21 d     |
| 贝勒二代 Baler II  | 11.90±1.00 a  | 31.30±2.35 bc  | 49.50±2.24 ab | 9.10±0.36 a     |
| 美达 Monida      | 9.30±0.45 b   | 34.60±1.63 ab  | 50.20±2.43 ab | 7.93±0.23 b     |
| 枪手 Gunners     | 9.00±0.23 b   | 34.07±1.52 ab  | 55.30±2.11 ab | 4.60±0.12 d     |
| 领袖 Souris      | 9.70±0.36 b   | 29.50±0.95 c   | 47.83±4.02 b  | 8.00±0.30 b     |
| 魅力 Charisma    | 10.20±0.46 b  | 32.50±0.42 abc | 52.70±2.69 ab | 5.90±0.26 c     |
| 爱沃 Aiwo        | 12.20±0.38 a  | 35.70±0.40 a   | 55.10±1.56 ab | 6.70±0.31 c     |
| 甜燕 Sweet Yan   | 9.80±0.06 b   | 34.10±0.59 ab  | 56.40±0.35 a  | 4.70±0.36 d     |
| 牧乐思 Molasses   | 10.10±0.83 b  | 32.70±0.55 abc | 51.60±0.90 ab | 8.80±0.55 ab    |

ADF 和 NDF 含量过高会影响牧草的消化率和家畜的采食量。由表 3 可知,不同燕麦品种的 ADF 和 NDF 含量差异显著( $P<0.05$ ),爱沃(35.70%)、美达(34.60%)和甜燕(34.10%)的 ADF 含量高于其他燕麦品种,领袖和太阳神的 ADF 含量较低;牧王(57.10%)和甜燕(56.40%)的 NDF 含量高于其他燕麦品种,领袖和贝勒二代的 NDF 含量较低。说明家畜对领袖、贝勒二代和太阳神的消化率高于其他燕麦品种。

WSC 是牧草重要的贮藏成分,也是家畜最容易

利用的能量来源。表 3 显示,贝勒二代的 WSC 含量(9.10%)显著( $P<0.05$ )高于除牧乐思以外的其他燕麦品种,牧王的 WSC 含量(4.00%)最低。其他品种的 WSC 含量为 4.60%~8.80%,这说明贝勒二代燕麦的营养品质较好。

2.4.2 相对饲喂价值 由图 2 可知,12 份燕麦品种的相对饲喂价值(RFV)均大于 100,说明供试燕麦品种的饲草品质均较好,且领袖的 RFV 明显高于其他品种,说明其营养价值最好。

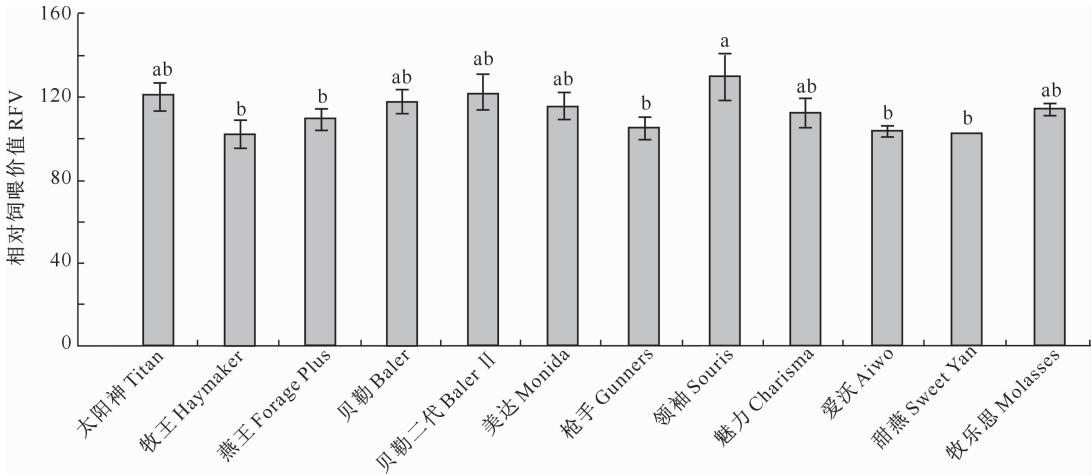


图 2 12 份燕麦品种的相对饲喂价值

Fig. 2 Relative feed value (RFV) of 12 oat varieties

2.5 12 份燕麦品种生产性能的综合评价

比较了 12 份燕麦品种的生产性能和营养品质,发现各燕麦品种的生产性能和营养品质变化不一致,无法综合评价哪个品种适应性更好。因此,将

12 份供试燕麦品种的株高、鲜草产量、干草产量、茎叶比和营养成分等指标进行灰色关联度分析,结果如表 4 所示。

表 4 12 份燕麦品种各性状指标的关联系数值、加权关联度及排序

Table 4 Grey correlative coefficient values,weighted association degrees and ranks of 12 oat varieties

| 品种<br>Variety  | $\xi_1(k)$ | $\xi_2(k)$ | $\xi_3(k)$ | $\xi_4(k)$ | $\xi_5(k)$ | $\xi_6(k)$ | $\xi_7(k)$ | $\xi_8(k)$ | $\xi_9(k)$ | 加权关联度<br>Weighted relevance | 排序<br>Order |
|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------------------------|-------------|
| 太阳神 Titan      | 0.538 6    | 0.690 9    | 0.553 0    | 0.642 4    | 0.527 2    | 0.631 1    | 0.738 9    | 0.745 7    | 0.768 4    | 0.674 6                     | 9           |
| 牧王 Haymaker    | 0.773 9    | 0.722 7    | 0.762 7    | 0.968 6    | 0.506 6    | 0.747 9    | 0.878 5    | 1.000 0    | 0.394 2    | 0.799 1                     | 2           |
| 燕王 Forage Plus | 0.574 8    | 0.641 1    | 0.629 6    | 0.701 6    | 0.426 9    | 0.640 2    | 0.828 3    | 0.863 2    | 0.429 9    | 0.670 1                     | 10          |
| 贝勒 Baler       | 0.603 8    | 0.671 5    | 0.644 5    | 0.747 8    | 0.681 5    | 0.679 3    | 0.756 1    | 0.770 6    | 0.429 9    | 0.690 5                     | 8           |
| 贝勒二代 Baler II  | 1.000 0    | 0.737 9    | 1.000 0    | 1.000 0    | 0.434 5    | 0.936 8    | 0.747 4    | 0.732 6    | 1.000 0    | 0.838 2                     | 1           |
| 美达 Monida      | 0.573 5    | 0.673 2    | 0.606 8    | 0.661 1    | 1.000 0    | 0.605 4    | 0.922 1    | 0.751 1    | 0.734 4    | 0.758 2                     | 4           |
| 枪手 Gunners     | 0.663 0    | 1.000 0    | 0.549 3    | 0.888 3    | 0.543 9    | 0.581 6    | 0.890 5    | 0.920 4    | 0.424 4    | 0.754 8                     | 5           |
| 领袖 Souris      | 0.445 2    | 0.483 5    | 0.607 1    | 0.486 2    | 0.473 5    | 0.640 2    | 0.677 4    | 0.691 3    | 0.751 0    | 0.640 5                     | 12          |
| 魅力 Charisma    | 0.567 1    | 0.636 8    | 0.625 2    | 0.484 3    | 0.436 5    | 0.689 9    | 0.802 7    | 0.825 5    | 0.509 1    | 0.660 4                     | 11          |
| 爱沃 Aiwo        | 0.672 6    | 0.560 9    | 0.966 1    | 0.582 5    | 0.386 3    | 1.000 0    | 1.000 0    | 0.912 4    | 0.580 3    | 0.784 2                     | 3           |
| 甜燕 Sweet Yan   | 0.550 7    | 0.628 3    | 0.613 3    | 0.858 6    | 0.571 6    | 0.649 6    | 0.890 6    | 0.967 5    | 0.429 9    | 0.727 8                     | 7           |
| 牧乐思 Molasses   | 0.630 5    | 0.608 3    | 0.741 2    | 0.860 7    | 0.493 1    | 0.679 3    | 0.812 7    | 0.791 0    | 0.917 1    | 0.739 9                     | 6           |

注: $\xi_1(k)$ . 鲜草产量; $\xi_2(k)$ . 干草产量; $\xi_3(k)$ . 株高; $\xi_4(k)$ . 茎叶比; $\xi_5(k)$ . 相对饲喂价值; $\xi_6(k)$ . 粗蛋白; $\xi_7(k)$ . 中性洗涤纤维; $\xi_8(k)$ . 酸性洗涤纤维; $\xi_9(k)$ . 可溶性碳水化合物。

Note: $\xi_1(k)$ . Fresh yield; $\xi_2(k)$ . Hay yield; $\xi_3(k)$ . Plant height; $\xi_4(k)$ . Stem to leaf; $\xi_5(k)$ . RFV; $\xi_6(k)$ . CP; $\xi_7(k)$ . ADF; $\xi_8(k)$ . NDF; $\xi_9(k)$ . WSC.

根据灰色关联度分析原理,综合评价排名越靠前,则其综合表现越好。由表 4 可知,贝勒二代综合

表现好,其次是牧王,这 2 个品种可作为阿旗地区燕麦品种选育的良种资源;而太阳神、燕王、魅力、领袖综合表现相对较差。

### 3 讨 论

生育期是体现燕麦品种适应性的重要指标,同一栽培条件下,生育期差异主要受植物本身遗传因素和对环境适应性的影响。本试验研究的 12 份燕麦品种均能在阿旗地区完成整个生育期,生育期为 83~94 d,其中枪手生育期最短,爱沃生育期最长,其他品种生育期居中。徐长林<sup>[25]</sup>、柴继宽等<sup>[26]</sup>、赵永峰等<sup>[27]</sup>研究表明,在北方地区燕麦的生育期为 90~100 d,这与本研究结果相近。

株高是评价燕麦品种生产性能的重要指标,单位面积干草产量与株高存在正相关关系<sup>[25]</sup>。本试验结果表明,供试燕麦品种的株高差异较大,其中贝勒二代和牧王植株较高,且其干草产量也较高,分别达到 8.69 和 8.59 t/hm<sup>2</sup>。

茎叶比是衡量燕麦适口性的重要指标,其值越小,说明燕麦叶量越丰富,适口性越好<sup>[28]</sup>。同时,叶片是贮存营养物质的主要器官。研究表明,叶量与粗蛋白含量呈正相关关系<sup>[29]</sup>。本试验中,茎叶比最小的燕麦品种为贝勒二代(1.12),其 CP 含量达到 11.90%,WSC 含量达到 9.10%;其次是爱沃(1.34),其 CP 含量为 12.20%。研究表明,ADF 和 NDF 含量高的牧草,家畜消化率和采食量降低<sup>[30-31]</sup>。一般来说,牧草 CP 和 WSC 含量越高、ADF 和 NDF 含量越低,其营养价值越高。本研究中,贝勒二代的叶量丰富,CP 含量高,ADF 和 NDF 含量低,因此其饲用价值最好。

在生产实践中,对燕麦品种优劣的评估大多以产量、粗蛋白等单项指标为评判标准,具有一定的局限性,因此,将不同单项指标综合分析更为客观、科学<sup>[32-34]</sup>。本研究采用灰色关联度分析法,对 12 份燕麦品种的生产性能进行综合评价,结果表明,贝勒二代和牧王的干草产量、营养成分相对较高,且其综合评价结果优于其他品种,可作为阿鲁科尔沁旗的牧草资源。

### 4 结 论

12 份供试燕麦品种均能在内蒙古阿旗地区完成整个生育期,适应性较好。枪手、贝勒二代和牧王的干草产量分别达到 9.99,8.69 和 8.59 t/hm<sup>2</sup>,明显高于其他燕麦品种,株高均在 95 cm 以上。贝勒

二代的茎叶比最小,适口性最佳。对 12 份供试燕麦品种株高、草产量、茎叶比和营养成分等 9 个指标的灰色关联度进行分析可知,贝勒二代的综合评价最优,其次是牧王,二者均可作为优质燕麦草在阿鲁科尔沁地区推广利用。

### 〔参考文献〕

- [1] 林汝法. 中国小杂粮 [M]. 北京:中国农业科学技术出版社, 2002:216.  
Lin R F. Chinese small grains [M]. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 2002:216.
- [2] 刘龙龙,张丽君,马名川,等. 燕麦种质抗旱性与生物学性状相关性分析 [J]. 山西农业科学, 2015, 43(4): 388-390.  
Liu L L, Zhang L J, Ma M C, et al. Correlation analysis of drought resistance and biological characteristics of oat germplasm [J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2015, 43(4): 388-390.
- [3] Zhang X F, Dong S K, Yun X J, et al. Variation of productivity and nutritive values of oat with geographical locations in Gansu province of Northwest China under irrigation and fertilization conditions [J]. African Journal of Biotechnology, 2007, 6(5): 553-554.
- [4] 蒲珉璐. “红试 2 号”燕麦新品系对比试验及生产性能评价 [D]. 四川雅安:四川农业大学, 2012.  
Pu M K. Comparison test and production performance evaluation of new oat line ‘Hongshi No. 2’ [D]. Ya’an, Sichuan: Sichuan Agricultural University, 2012.
- [5] 陈 新,吴 斌,张宗文. 燕麦种质资源重要农艺性状适应性和稳定性评价 [J]. 植物遗传资源学报, 2016, 17(4): 577-585.  
Chen X, Wu B, Zhang Z W. Evaluation of adaptability and stability for important agronomic traits of oat germplasm resources [J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2016, 17(4): 577-585.
- [6] 王 桃,徐长林,张丽静,等. 5 个燕麦品种和品系不同生育期不同部位养分分布格局 [J]. 草业学报, 2011, 20(4): 70-81.  
Wang T, Xu C L, Zhang L J, et al. Distribution patterns of nutrients in different positions of 5 oat varieties at different breeding periods [J]. Journal of Grass Industry, 2011, 20(4): 70-81.
- [7] 巴雅尔塔,贾 鹏,杨 晓,等. 青藏高原高寒草甸组分种花期物候对施肥响应 [J]. 草业学报, 2010, 19(3): 233-239.  
Ba Y E T, Jia P, Yang X, et al. Response of dominating species flowering phenology to fertilization in Qinghai Tibetan alpine meadow [J]. Journal of Grass Industry, 2010, 19(3): 233-239.
- [8] 包成兰,张世财. 高寒地区几种燕麦品种生产特性比较 [J]. 草业科学, 2008, 25(10): 144-147.  
Bao C L, Zhang S C. Comparison of productive characteristics of *Avena sativa* varieties in alpine region [J]. Pratacultural Science, 2008, 25(10): 144-147.
- [9] 徐向英,王岸娜,林伟静,等. 不同燕麦品种的蛋白质营养品质评价 [J]. 麦类作物学报, 2012, 32(2): 356-360.

- Xu X Y, Wang A N, Lin W J, et al. Evaluation of the protein nutrition quality of oats from different regions [J]. Journal of Triticeae Crops, 2012, 32(2): 356-360.
- [10] 桑 丹, 孙海洲, 付晓峰, 等. 燕麦青干草营养成分分析及活体外瘤胃发酵参数测定 [J]. 畜牧与饲料科学, 2010, 31(5): 45-46.
- Sang D, Sun H Z, Fu X F, et al. Analysis of nutrition components of green and dried grass from oat and parameter determination of ruminal ferment *in vitro* [J]. Husbandry and Feed Science, 2010, 31(5): 45-46.
- [11] 徐长林. 高寒牧区燕麦丰产栽培措施的研究 [J]. 草业科学, 2003, 20(3): 21-24.
- Xu C L. A study on techniques of oat cultivation and production in the alpine region [J]. Pratacultural Science, 2003, 20(3): 21-24.
- [12] 杨海磊, 徐长林, 鱼小军, 等. 14份燕麦种质在肃南皇城镇的生产性能比较 [J]. 草业科学, 2016, 33(1): 129-135.
- Yang H L, Xu C L, Yu X J, et al. Comparative study on the performance of 14 oat (*Avena sativa*) germplasm in Huangcheng town of Sunan county, Gansu province [J]. Pratacultural Science, 2016, 33(1): 129-135.
- [13] 赵 德. 青海省共和县6个燕麦品种引种比较试验 [J]. 畜牧与饲料科学, 2017, 38(5): 36-37.
- Zhao D. Comparative trial on six oat varieties introduced to Gonghe county of Qinghai province [J]. Animal Husbandry and Feed Science, 2017, 38(5): 36-37.
- [14] 高明文, 吕林有, 张彩枝, 等. 科尔沁沙地燕麦草引种实验研究 [J]. 草原与草业, 2015, 27(1): 52-54.
- Gao M W, Lü L Y, Zhang C Z, et al. Experimental study on introduction of oat grass in Kerqin sandy land [J]. Grassland and Prataculture, 2015, 27(1): 52-54.
- [15] 叶雪松. 耕作方式对土壤物理性状、酶活性以及燕麦产量的影响 [D]. 呼和浩特: 内蒙古大学, 2015.
- Ye X S. Influence of cultivation methods on soil physical characteristics, enzymatic activity and yield of oats [D]. Hohhot: Inner Mongolian University, 2015.
- [16] 张文丽, 贾淑霞, 张 延, 等. 长期性保护耕作对农田土壤水分和呼吸的影响 [J]. 土壤与作物, 2019, 8(1): 24-26.
- Zhang W L, Jia S X, Zhang Y, et al. Long-term conservation tillage effects on soil respiration and soil water content [J]. Soils and Crops, 2019, 8(1): 24-26.
- [17] Bilbor J D, Fryrear D W. Wind erosion losses as related to plant silhouette and soil cover [J]. Agronomy Journal, 1994, 86(3): 550-553.
- [18] Van de ven T A M, Fryrear D W, Spaan W P. Vegetation characteristics and soil loss by wind [J]. Journal of Soil and Water Conservation, 1989, 44(4): 347-349.
- [19] 陈玲玲, 杨秀芳, 乌艳红, 等. 35个紫花苜蓿品种在内蒙古赤峰地区的生产性能评价 [J]. 草业科学, 2012, 29(5): 790-797.
- Chen L L, Yang X F, Wu Y H, et al. Evaluation of production performance of 35 introduced varieties of alfalfa in Chifeng area of Inner Mongolia [J]. Pratacultural Science, 2012, 29(5): 790-797.
- [20] 杨秀芳, 梁庆伟, 娜日苏, 等. 播种当年紫花苜蓿根颈和根系特征初步研究 [J]. 甘肃农业大学学报, 2016, 51(3): 121-126.
- Yang X F, Liang Q W, Na R S, et al. Crown and root characteristics of alfalfa in the sowing year [J]. Journal of Gansu Agricultural University, 2016, 51(3): 121-126.
- [21] 夏玉宇, 朱 丹. 饲料质量分析检验 [M]. 北京: 化学工业出版社, 1994.
- Xia Y Y, Zhu D. Feed quality analysis test [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 1994.
- [22] 高 婷, 孙启忠, 王 川, 等. 宁夏同一生态区不同立地条件对苜蓿生产性能的影响 [J]. 中国草地学报, 2016, 38(5): 19-25.
- Gao T, Sun Q Z, Wang C, et al. The impact of different soil conditions the productivity of alfalfa in the same ecological area of Ningxia [J]. Chinese Journal of Grassland, 2016, 38(5): 19-25.
- [23] 韩雅珊. 食品化学实验指导 [M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1996.
- Han Y S. Food chemistry experiment guide [M]. Beijing: Beijing Agricultural University Press, 1996.
- [24] 陈 艳, 王之盛, 张晓明, 等. 常用粗饲料营养成分和饲用价值分析 [J]. 草业学报, 2015, 24(5): 117-125.
- Chen Y, Wang Z S, Zhang X M, et al. Analysis of the nutritional components and feeding values of commonly used roughages [J]. Journal of Grass Industry, 2015, 24(5): 117-125.
- [25] 徐长林. 高寒牧区不同燕麦品种生长特性比较研究 [J]. 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 [J]. Journal of Grass Industry, 2012, 21(2): 280-285.
- [26] 柴继宽, 赵桂琴, 师尚礼. 7个燕麦品种在甘肃二阴区的适应性评价 [J]. 草原与草坪, 2011, 31(2): 1-6.
- Chai J K, Zhao G Q, Shi S L. Adaptability evaluation of seven oat varieties in cool semi humid area of Huajialing, Gansu province [J]. Grassland and Turf, 2011, 31(2): 1-6.
- [27] 赵永峰, 翟玉明, 穆兰海, 等. 燕麦引种比较试验 [J]. 内蒙古农业科技, 2010, 1(6): 30.
- Zhao Y F, Zhai Y M, Mu L H, et al. Oat introduction test [J]. Inner Mongolia Agricultural Science and Technology, 2010, 1(6): 30.
- [28] 庞丁铭. 宁夏引黄灌区15个燕麦品种适应性研究 [D]. 银川: 宁夏大学, 2017.
- Pang D M. Research on applicability of oat (*Avena sativa*) varieties in Ningxia irrigation area [D]. Yinchuan: Ningxia University, 2017.
- [29] 郭兴燕, 梁丹妮, 兰 剑. 宁夏引黄灌区燕麦品种生产性能及营养价值研究 [J]. 作物杂志, 2016, 4(4): 105-111.
- Guo X Y, Liang D N, Lan J. Research on productive performance and nutritive value of 11 oat varieties in Ningxia irrigation area [J]. Crops, 2016, 4(4): 105-111.

against rhabdovirus infection [J]. Fish & Shellfish Immunology, 2018, 77: 474-480.

[21] Fu X Z, Li N Q, Lai Y C, et al. A novel fish cell line derived from the brain of Chinese perch *Siniperca chuatsi*; development and characterization [J]. Journal of Fish Biology, 2015, 86(1): 32-45.

[22] Zhang Q Y, Li Z Q, Gui J F. Isolation of a lethal rhabdovirus from the cultured Chinese sucker *Myxocyprinus asiaticus* [J]. Diseases of Aquatic Organisms, 2000, 42(1): 1-9.

[23] Zhang Q Y, Tao J J, Gui L, et al. Isolation and characterization of *Scophthalmus maximus* rhabdovirus [J]. Diseases of Aquatic Organisms, 2007, 74(2): 95-105.

[24] Ou T, Zhu R L, Chen Z Y, et al. Isolation and identification of a lethal rhabdovirus from farmed rice field eels *Monopterus albus* [J]. Diseases of Aquatic Organisms, 2013, 106(3): 197-206.

[25] Raney K D, Gotte M, Cameron C E. Viral genome replication [M]. New York, USA: Springer Science, Business Media, 2009: 145-162.

[26] Coulon P, Ternaux J P, Flamand A, et al. An avirulent mutant of rabies virus is unable to infect motoneurons *in vivo* and *in vitro* [J]. Journal of Virology, 1998, 72(1): 273-278.

[27] Tuffereau C, Leblois H, Bénéjean J, et al. Arginine or lysine in position 333 of ERA and CVS glycoprotein is necessary for rabies virulence in adult mice [J]. Virology, 1989, 172(1): 206-212.

[28] Gaudin Y, Kinkelin P D, Benmansour A. Mutations in the glycoprotein of viral haemorrhagic septi caemia virus that affect virulence for fish and the pH threshold for membrane fusion [J]. Journal of General Virology, 1999, 80(5): 1221-1229.

[29] Kim C H, Winton J R, Leong J C. Neutralization-resistant variants of infectious hematopoietic necrosis virus have altered virulence and tissue tropism [J]. Journal of Virology, 1995, 68(12): 8447-8453.

(上接第 29 页)

[30] 侯建杰, 赵桂琴, 焦 婷, 等. 6 个燕麦品种(系)在甘肃夏河地区的适应性评价 [J]. 草原与草坪, 2013, 33(2): 26-32.

Hou J J, Zhao G Q, Jiao T, et al. Evaluation on adaptability of six oat varieties in Xiahe county, Gansu province [J]. Grassland and Turf, 2013, 33(2): 26-32.

[31] 魏 巍, 拉 巴, 杨文才, 等. 氮、磷肥配施对青引 1 号燕麦产量和品质的影响 [J]. 作物杂志, 2016, 1(1): 120-124.

Wei W, La B, Yang W C, et al. Effects of combined application of N and P fertilizer on the yield and quality of *Avena sativa* Qingyin No. 1 [J]. Crops, 2016, 1(1): 120-124.

[32] 王 赞, 李 源, 孙桂芝, 等. 国内外 16 个紫花苜蓿品种生产性能比较研究 [J]. 中国农学通报, 2008, 24(12): 4-10.

Wang Z, Li Y, Sun G Z, et al. Comparative study on production performance of 16 introduced alfalfa varieties [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2008, 24(12): 4-10.

[33] 温 方, 陶 雅, 孙启忠. 用灰色关联系数法对 26 个苜蓿品种生产性能的综合评价 [J]. 华北农学报, 2006, 21(12): 66-71.

Wen F, Tao Y, Sun Q Z. Use of the grey relevancy coefficient method for comprehensive evaluation of the productive performance of 26 alfalfa cultivars [J]. Acta Agriculturae Boreali-Sinica, 2006, 21(12): 66-71.

[34] 韩 路, 贾志宽, 韩青芳, 等. 苜蓿种质资源特性的灰色关联度分析与评价 [J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2003, 31(3): 59-64.

Han L, Jia Z K, Han Q F, et al. Relational grade analysis of grey theory and evaluation of characteristics of alfalfa germplasm resources [J]. Journal of Northwest A&F University (Natural Science Edition), 2003, 31(3): 59-64.