

# 新疆天山东部平原区引种苜蓿品种的灰色 关联度分析与综合评价

张云玲<sup>1</sup>, 张 晶<sup>1</sup>, 马 丽<sup>1</sup>, 秦 明<sup>2</sup>, 孙 强<sup>1</sup>, 王宏洋<sup>2</sup>

(1. 新疆维吾尔自治区草原总站, 新疆 乌鲁木齐 830049; 2. 哈密市草原工作站, 新疆 哈密 839000)

**摘要:**通过对新疆天山东部平原区引种的 12 个紫花苜蓿品种的 15 个生物学性状利用灰色关联度分析法进行分析与综合评价。结果表明:12 个苜蓿品种的 15 个性状指标中,与干草产量的关联度较高的是平均生长速度、茎粗及叶宽,关联度最小的是粗纤维;12 个品种中与标准品种关联度高的品种是 WL343、骑士 T、拉迪诺 3 个品种,在新疆天山东部平原区的综合生产性能好,在该区域适宜引种推广;而敖汉、阿尔冈金、甘农三号与标准品种关联度最低,3 个品种综合生产性能相对较差,在该区域不适宜引种推广。

**关键词:**苜蓿品种;引种试验;灰色关联度分析

**中图分类号:**S543 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-5500(2019)05-0107-06

**DOI:** 10.13817/j.cnki.cyyep.2019.05.015

紫花苜蓿 (*Medicago sativa*) 是豆科苜蓿属多年生牧草,在全国乃至世界种植最多,被世界上公认为“牧草之王”,具有适应性强、产量和蛋白质含量高等优点。不同的紫花苜蓿品种适宜种植的地区不同,根据各种植区的气候特点筛选适宜引种的苜蓿品种,是建植高产优质人工草地的关键环节。影响苜蓿生产性能的因子较多,若仅通过单个性状如干草产量、干鲜比、茎叶比、生长速度等之间的差异作为适宜引种的标准,割裂了各个性状因子对品种综合生产性能的综合影响<sup>[1]</sup>。因此,灰色关联度分析法是综合评价品种的各个性状及品种之间的关联性,通过对比与标准品种之间的相似度,筛选出影响生产性能的主要因子及适宜引种的苜蓿品种,对当地草牧业发展具有重要的现实意义。

新疆地处西北内陆,具有天山、阿尔泰山、昆仑山

三座山脉,其中天山山脉横亘新疆中部,是新疆的主要山脉。天山东部主要包括哈密地区、吐鲁番地区,该区域属于温带大陆性干旱气候,干燥少雨,昼夜温差大。畜牧业是天山东部区域的传统产业,畜牧业的发展主要依靠天然草原和农作物秸秆,由于牲畜数量持续增长,天然草原放牧压力日益凸显,草原生态退化严重,天然草原的生产能力也越来越不能满足市场对优质畜产品增长的需求,严重制约了牧民收入、生产生活和条件改善。通过综合评价筛选适宜的草品种进行人工建植,为天山东部灌区提供优质饲草料,特别是蛋白质饲料,是发展当地草地畜牧业的基础。

近年来,诸多学者对引进苜蓿品种在不同区域的适应性进行研究,并利用灰色关联度对不同地区的苜蓿引种进行综合评价和分析<sup>[2-10]</sup>。新疆有关紫花苜蓿的引种适应性评价较少,韩兵兵等<sup>[10]</sup>对新疆兵团农六师奇台垦区进行紫花苜蓿引种试验,利用 DPS(Data processing system)进行适应性评价,并筛选出适应推广的优良品种。韩路等<sup>[11]</sup>在新疆北部对苜蓿品种进行筛选,应用灰色关联度法对苜蓿的茎粗、产量、抗病能力、株高、分枝数等因子进行综合评价,筛选出适应该区域引种的苜蓿品种。周乐等<sup>[12]</sup>对南疆喀什地区的紫花苜蓿引种情况进行报道,通过苜蓿物候期、株高以及产草量等的差别,初步筛选出在喀什地区的适应

收稿日期:2019-03-13; 修回日期:2019-07-03

基金项目:国家草品种区域试验项目(21301060001);草原建设与保护技术支撑专项(2018)资助

作者简介:张云玲(1981-),女,江苏新沂人,高级畜牧师,硕士,从事草地畜牧业工作。

E-mail:itylx@163.com

孙强为通讯作者。E-mail:549136952@qq.com

推广品种。通过对新疆天山东部平原区引种的苜蓿品种利用灰色关联度法进行综合评价, 比对 12 个国内外引进的紫花苜蓿品种的生产性能, 以期筛选出适宜该区域种植的优良紫花苜蓿品种, 为当地的草牧业发展、优质草品种培育、草品种引种推广和高标准饲草料地建设等提供理论支撑。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验地概况

试验地设在哈密市托什坎布拉克村, 位于哈密盆地底部, E 93°25′08.64″, N 42°49′32.87″, 海拔 750 m, 属典型的大陆性气候, 气候温热, 极端干旱, 全年降水量 33.9 mm, 年均温 9.8 °C, 最热月均温 35 °C, 最冷月均温 -4 °C, 极端最高温度 43.9 °C, 极端最低温度 -32 °C, 无霜期 211 d, 初霜日 10 月 26 日, 终霜日 3 月 26 日,  $\geq 0$  °C 年积温 3 400 °C,  $\geq 10$  °C 年有效积温 4 058 °C。土壤属于粘壤土, 有机质含量 16.7 g/kg、速效氮 28 mg/kg、速效磷 17.6 mg/kg、速效钾 687 mg/kg, 土壤 pH 7.87, 试验地浇水采取漫灌。

### 1.2 试验材料

供试苜蓿品种 12 个, 9 个是国外引进品种, 3 个是

国内优良品种(表 1)。

表 1 试验品种

Table 1 The tested varieties

序号	品种	来源
y <sub>1</sub>	甘农三号	酒泉大业
y <sub>2</sub>	骑士	北京百青源畜牧科技发展有限公司
y <sub>3</sub>	WL343	北京正道生态科技有限公司
y <sub>4</sub>	勇士	北京正道生态科技有限公司
y <sub>5</sub>	阿迪娜	北京百青源畜牧科技发展有限公司
y <sub>6</sub>	拉迪诺	郑州华丰草业科技有限公司
y <sub>7</sub>	中牧一号	新疆迈特威草业有限公司
y <sub>8</sub>	冰驰	新疆迈特威草业有限公司
y <sub>9</sub>	驯鹿	北京克劳沃草业技术开发中心
y <sub>10</sub>	阿尔冈金	北京克劳沃草业技术开发中心
y <sub>11</sub>	敖汉	北京克劳沃草业技术开发中心
y <sub>12</sub>	东苜一号	东北师范大学

### 1.3 试验处理

试验采用随机区组, 2015 年春播, 播种时当地气温 21 °C, 小区面积 3 m×5 m, 重复 4 次。播种采用条播, 每小区 10 行, 每行播种量 5.2 g, 行距 30 cm, 播种深度 3~5 cm。试验地漫灌, 2017 年共灌溉 8 次。每年春季撒施尿素 166.7 g/m<sup>2</sup>、复合肥 111.1 g/m<sup>2</sup>, 秋季撒施尿素 111.1 g/m<sup>2</sup>, 有机复合肥 55.6 g/m<sup>2</sup>。

表 2 苜蓿品种 2015~2016 年主要物候期

Table 2 Rate of seeding emergence of alfalfa varieties and phenophase in 2015 and 2016

编号	品种	2016 年生育时期(月-日)				2017 年生育时期(月-日)			
		返青期	现蕾期	初花期	结荚期	返青期	现蕾期	初花期	结荚期
1	甘农三号	03-27	07-01	07-14	08-01	03-28	07-19	07-25	08-11
2	骑士	03-29	06-15	06-21	07-07	03-30	07-16	07-22	08-05
3	WL343	03-28	06-21	06-26	07-18	03-28	07-16	07-22	08-05
4	勇士	03-28	06-15	06-21	07-15	03-28	07-16	07-23	08-07
5	阿迪娜	03-28	06-15	06-21	07-15	03-29	07-16	07-23	09-06
6	拉迪诺	03-28	06-16	06-21	07-15	03-29	07-15	07-21	08-05
7	中牧一号	03-28	06-16	06-21	07-10	03-29	07-16	07-23	80-05
8	冰驰	03-28	06-16	06-21	07-09	03-29	07-15	07-21	08-07
9	驯鹿	03-27	06-16	06-21	07-15	03-30	07-17	07-24	09-06
10	阿尔冈金	03-28	06-28	07-10	07-29	03-28	07-19	07-25	08-05
11	敖汉	03-29	06-16	06-21	07-10	03-28	07-15	07-21	08-22
12	东苜一号	03-28	06-28	07-06	07-22	03-26	07-19	07-25	08-09

### 1.4 测定指标与方法

测试指标于试验第 2 年、第 3 年采集, 年累计干草产量( $x_0$ )、平均生长速度( $x_2$ )每年 3 次刈割期测定; 越冬率( $x_3$ )于 4 月中旬苜蓿返青后统计; 平均株高( $x_1$ )、叶茎比( $x_4$ )、干鲜比( $x_5$ )、茎粗( $x_6$ )、叶长( $x_7$ )、叶宽( $x_8$ )、主根粗( $x_9$ )、叶绿素含量( $x_{10}$ )、叶片氮含量( $x_{11}$ )、粗蛋白含量( $x_{12}$ )、粗脂肪含量( $x_{13}$ )、粗纤维含

量( $x_{14}$ )指标在第 2 年苜蓿初花期第 1 次刈割分别测定。

草产量: 全年初花期刈割测产草产量的干重。

越冬率: 在每小区中选择有代表性的样段 3 处, 每样段长 1 m, 作好标记。在越冬前及第 2 年返青后分别统计样段中植株总数, 计算越冬率。

$$\text{越冬率} = \frac{\text{返青株数}}{\text{样段内植株总数}} \times 100\%$$

生育时期观测:50%幼苗出土后为出苗期;50%的植株返青为返青期;50%植株长出侧枝 1 cm 以上为分枝期;50%植株有花蕾出现为现蕾期;20%植株开花为初花期;50%植株有荚果出现为结荚期。

平均株高:刈割前每小区随机取 10 株,测量从地面至植株的最高部位的绝对高度,求其平均值。

叶茎比:第 1 次刈割测产后,随机从每小区取 3 把草样,将 4 个重复的草样混合均匀,取约 1 000 g,将茎、叶(含花序)两部分分开,烘干后求叶茎比。

干鲜比:样品干重占鲜重的比值。

平均生长速度:第 1 茬刈割测产前,每个小区选取有代表性植株 10 株的平均株高与生长天数的比值。

叶长、叶宽:第 1 茬刈割测产前,每个小区选取有代表性植株 5 株,同一高度、同一部位复叶的中间小叶叶基到叶尖的距离为叶长,最宽处距离为叶宽,最终取平均值。

主根粗:第 1 茬刈割测产前,每个小区选取有代表性植株 5 株,测主根同一高度的根茎直径。

叶绿素含量、叶片氮含量:第 1 茬刈割测产前,每个小区选取有代表性植株 5 株,选取同一高度、同一部位大小均匀、完整复叶的中间小叶,使用植物营养测定

仪测定叶绿素含量、叶片氮含量,分别取 5 次平均值。

营养成分测定:从每小区随机取 3~5 份草样,将 4 个重复的草样混合均匀,取约 1 000 g 的样品,称取鲜重后的样品置于烘箱中烘干后,使用凯氏定氮法测定粗蛋白含量,灰化法测定粗灰分,索氏提取法测定粗脂肪(含量)。

## 1.5 灰色关联分析

选取苜蓿品种的 15 个主要指标,分别为干草产量、平均株高、平均生长速度、越冬率、叶茎比、干鲜比、茎粗、叶长、叶宽、主根粗、叶绿素含量、叶片氮含量、粗蛋白含量、粗脂肪含量、粗纤维含量作为评价因子,其中,粗蛋白含量、粗脂肪含量、灰分含量 3 个性状属于营养品质性状,其余 12 个性状为农艺生长性状。以高产为目的,将干草产量设为参考数列。根据灰色关联系数,将苜蓿的干草产量和其他 14 个性状视为一个整体<sup>[13]</sup>。平均株高、平均生长速度、越冬率、叶茎比、干鲜比、茎粗、叶长、叶宽、主根粗、叶绿素含量、叶片氮含量、粗蛋白、粗脂肪、粗纤维 14 个主要性状分别设定为比较数列  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}$ ,通过分析各数列( $x_i$ )与参考数列( $x_0$ )的相似程度来判断性状之间的关联系数和关联度<sup>[19]</sup>。

$$\Psi_i(k) = \frac{\min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)| + \rho \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}{|x_0(k) - x_i(k)| + \rho \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|} \quad (1)$$

$$r(x_0, x_i) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n r[x_0(k), x_i(k)] \quad (2)$$

式中: $\Psi_i(k)$ 是  $x_0$  和  $x_i$  的关系系数,  $|x_0(k) - x_i(k)| = \Delta_i(k)$  表示  $x_0$  数列与  $x_i$  数列在  $k$  点的绝对差,  $\min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)|$  为二级最小差值,  $\max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|$  为二级最大差值; $\rho$  为分辨系数,试验中取 0.5, 视为同等重要。 $r(i)$  为关联度,是具体反映比较数列与参考数列之间关联性的度量<sup>[1]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同品种间各生产性状的灰色关联度分析

主根粗性状差异最大,极差为 9.733,变异系数为 23.27%;其次为粗脂肪,极差为 30.705,变异系数为 19.79%;第 3 为干草产量,极差为 8.177,变异系数 13.20%。15 个性状在 12 个苜蓿品种之间变异大小排

名顺序是:主根粗>粗脂肪>干草产量>灰分>平均生长速度>粗蛋白>叶宽>叶长>干鲜比>叶茎比>茎粗>平均株高>叶绿素含量>叶片氮含量>越冬率(表 3)。

将各性状的原始数据进行均值无量纲处理( $x_i = x_i(k)/x_0$ )。根据无量纲处理数据求出  $x_0$  与  $x_i$  各对应点的绝对差值,即  $\Delta_i(k) = |x_i - x_0|$ 。在绝对差值中求出二级最小差值为 0.006 0,二级最大差值为 0.439 7。将二级最小差值、二级最大差值分别代入关联系数公式中,得出各材料不同性状与干草产量的关联系数<sup>[1-2,13]</sup>,试验分辨系数为 0.5,视为同等重要<sup>[1]</sup>。

将关联系数代入关联度公式中<sup>[1,13]</sup>,计算出 14 个性状与干草产量的关联度。在灰色关联分析中,关联度的大小表示对该因子作用的大小。与干草产

量的关联度大小的顺序为平均生长速度>茎粗>叶宽>平均株高>叶茎比>叶绿素含量>干鲜比>越冬率>叶片氮含量>叶长>粗蛋白>灰分>主根粗>粗脂肪。结果表明,对苜蓿干草产量影响最大的是平均生长速度,其次是茎粗和叶宽,粗脂肪对其影响最小(表4)。

表3 供试品种各性状的测定值

Table 3 Observation values of the main traits

序号	干草产量 (t·hm <sup>-2</sup> )	平均株高/cm	平均生长速度 (cm·d <sup>-1</sup> )	越冬率/%	叶茎比	干鲜比	茎粗/mm	叶长/mm	叶宽/mm	主根粗/mm	叶绿素含量 /SPAD/(mg·g <sup>-1</sup> )	叶片氮含量 (g·g <sup>-1</sup> )	粗蛋白/%	粗脂肪 (g·kg <sup>-1</sup> )	灰分/%
No.	x <sub>0</sub>	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	x <sub>4</sub>	x <sub>5</sub>	x <sub>6</sub>	x <sub>7</sub>	x <sub>8</sub>	x <sub>9</sub>	x <sub>10</sub>	x <sub>11</sub>	x <sub>12</sub>	x <sub>13</sub>	x <sub>14</sub>
y <sub>1</sub>	16.148	87.271	1.394	99.000	1.297	0.257	3.328	27.202	11.171	10.070	50.853	4.127	14.700	56.550	9.33
y <sub>2</sub>	23.808	90.817	1.708	98.750	1.199	0.300	3.727	25.627	12.670	18.530	53.713	4.340	15.735	65.800	9.29
y <sub>3</sub>	19.879	89.889	1.677	99.563	1.124	0.260	3.189	31.734	13.665	19.795	55.900	4.493	16.355	66.305	11.57
y <sub>4</sub>	21.170	93.128	1.671	99.125	1.163	0.282	3.405	28.247	13.133	12.890	52.293	4.220	15.550	43.950	11.36
y <sub>5</sub>	19.476	95.008	1.696	98.000	1.106	0.267	3.306	29.685	13.773	12.130	52.293	4.373	16.965	57.460	11.03
y <sub>6</sub>	17.545	96.380	1.722	98.000	1.027	0.252	3.175	31.221	13.118	16.000	49.553	4.193	13.460	67.845	9.43
y <sub>7</sub>	23.527	97.468	1.718	98.000	1.150	0.272	3.395	31.095	14.533	10.533	51.940	4.200	13.660	55.355	8.59
y <sub>8</sub>	19.307	94.771	1.733	99.375	1.197	0.286	3.306	30.768	14.559	13.500	51.667	4.160	14.875	48.200	9.85
y <sub>9</sub>	19.907	96.703	1.737	98.938	1.089	0.308	3.384	27.965	13.163	13.710	53.467	4.320	15.595	49.490	9.29
y <sub>10</sub>	18.528	89.018	1.493	98.000	1.091	0.269	2.963	27.779	12.061	10.063	52.293	4.227	16.080	50.350	9.43
y <sub>11</sub>	15.630	87.939	1.356	98.000	1.113	0.291	3.353	26.702	13.205	11.834	52.587	4.253	18.000	37.645	10.16
y <sub>12</sub>	17.700	87.529	1.542	99.563	1.094	0.274	3.296	28.036	12.705	13.107	55.767	4.487	16.270	37.140	10.40
平均值	19.385	92.160	1.621	98.693	1.138	0.276	3.319	28.838	13.146	13.513	52.694	4.283	15.604	53.008	9.974
极差	8.177	10.197	0.380	1.375	0.270	0.057	0.553	6.107	3.388	9.733	6.347	0.367	4.540	30.705	2.980
CV/%	13.195	4.170	8.490	0.664	6.162	6.340	5.377	6.937	7.284	23.272	3.468	2.825	8.327	19.793	9.397

表4 供试品种各性状的关联度

Table 4 The correlation degree of the main traits

No.	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	x <sub>4</sub>	x <sub>5</sub>	x <sub>6</sub>	x <sub>7</sub>	x <sub>8</sub>	x <sub>9</sub>	x <sub>10</sub>	x <sub>11</sub>	x <sub>12</sub>	x <sub>13</sub>	x <sub>14</sub>
y <sub>1</sub>	0.676 6	0.914 3	0.579 2	0.428 8	0.714 3	0.580 2	0.684 3	0.955 7	0.734 5	0.641 6	0.643 4	0.686 1	0.497 9	0.700 8
y <sub>2</sub>	0.488 2	0.572 5	0.504 8	0.573 0	0.627 9	0.694 3	0.403 7	0.466 2	0.621 7	0.527 0	0.520 4	0.514 1	0.969 4	0.436 8
y <sub>3</sub>	0.836 6	0.986 4	0.954 9	0.876 4	0.740 2	0.793 3	0.766 3	0.967 0	0.342 4	0.884 7	0.924 8	0.930 3	0.507 3	0.638 2
y <sub>4</sub>	0.749 3	0.802 9	0.734 4	0.778 8	0.774 7	0.788 6	0.679 3	0.721 0	0.631 2	0.707 0	0.692 9	0.716 7	0.467 8	0.848 3
y <sub>5</sub>	0.917 8	0.864 2	0.975 4	0.895 3	0.880 6	0.987 3	0.923 8	0.860 3	0.691 3	0.973 2	0.953 1	0.746 2	0.755 1	0.703 5
y <sub>6</sub>	0.626 4	0.599 1	0.733 8	1.016 6	0.998 3	0.833 4	0.568 4	0.723 1	0.452 5	0.884 8	0.766 8	0.861 7	0.379 8	0.867 8
y <sub>7</sub>	0.600 8	0.604 7	0.512 6	0.533 5	0.503 8	0.549 7	0.635 6	0.687 7	0.345 4	0.504 4	0.499 4	0.404 8	0.580 1	0.394 3
y <sub>8</sub>	0.895 5	0.771 0	0.978 6	0.818 3	0.865 3	1.026 4	0.776 8	0.682 3	1.012 1	0.960 1	0.926 2	0.861 1	0.736 7	0.987 3
y <sub>9</sub>	0.932 5	0.854 1	0.924 4	0.778 8	0.729 7	0.992 7	0.815 0	0.918 9	0.973 5	0.973 2	0.951 1	0.913 9	0.721 1	0.716 1
y <sub>10</sub>	0.982 1	0.887 6	0.878 7	1.015 2	0.951 6	0.797 9	0.993 8	0.873 8	0.524 2	0.880 4	0.897 6	0.766 0	1.000 1	0.979 1
y <sub>11</sub>	0.614 1	0.902 2	0.555 6	0.576 2	0.484 6	0.533 2	0.665 4	0.540 7	0.780 2	0.548 7	0.554 5	0.398 1	0.714 7	0.523 2
y <sub>12</sub>	0.880 4	0.874 7	0.715 7	0.843 7	0.752 3	0.754 0	0.809 8	0.827 4	0.815 6	0.618 5	0.636 1	0.645 8	0.522 4	0.647 2
总和	9.200 4	9.633 8	9.048 0	9.134 7	9.023 3	9.330 9	8.722 2	9.224 1	7.924 7	9.103 7	8.966 4	8.444 8	7.852 5	8.442 5
关联度	0.766 7	0.802 8	0.754 0	0.761 2	0.751 9	0.777 6	0.726 8	0.768 7	0.660 4	0.758 6	0.747 2	0.703 7	0.654 4	0.703 5
序列	4	1	7	5	8	2	10	3	13	6	9	11	14	12

## 2.2 引种苜蓿品种的综合评价

通过国内外对引进的12个紫花苜蓿品种的多个性状进行测试分析,利用灰色系统理论和应用数列间的相似程度来判断两个因素之间的关联程度,关联度大的数列与标准数列最接近。为达到苜蓿高产的目的,

建立标准品种的干草产量高于参试品种中最大值的5%,其他性状的数值稍高于参试品种中的最大值<sup>[1,15]</sup>。各生产性能最高值分别为,干草产量最高的为骑士、平均株高最高为中牧一号、平均生长速度最高为驯鹿、越冬率最高为WL343、叶茎比最高为甘农三

号、干鲜比最高为驯鹿、茎粗最高为骑士、叶长最高为 WL343、叶宽为冰驰、主根粗为 WL343、叶绿素最高为 WL343、叶片氮含量最高 WL343、粗蛋白最高为敖汉、粗脂肪最高为拉迪诺、灰分最高为 WL343。

标准品种各性状参数设置分别为,干草产量 25 t/hm<sup>2</sup>;平均株高 102.34 cm;平均生长速度 1.82 cm/d;越冬率为 100%;叶茎比 1.36;干鲜比 0.32;茎粗 3.91 mm;叶长 33.32 mm;叶宽 15.29 mm;主根粗 20.78 mm;叶绿素含量 58.70 CC;叶片氮

含量 4.72 mg/g;粗蛋白 18.9%;粗脂肪 71.24 g/kg;灰分 12.143 3%。

$$\min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)| = 0.050 0, \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)| = 0.950 7$$

参试品种与标准品种的关联度大小分别为 WL343>骑士 T>拉迪诺>冰驰>驯鹿>阿迪娜>勇士>中牧一号>东苜一号>敖汉>阿尔冈金>甘农三号。表明 WL343 关联度大最大、骑士 T 第 2,拉迪诺第 3;甘农三号关联度最小(表 5)。

表 5 供试各品种的关联度

Table 5 The correlation degree of tested varieties

No.	$x_0$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_9$	$x_{10}$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$	总和	关联度	序列
$y_1$	0.99	0.75	0.65	0.98	0.40	0.67	0.73	0.69	0.61	0.38	0.76	0.78	0.64	0.64	0.63	10.30	0.6061	12
$y_2$	1.00	0.79	0.87	0.98	0.37	0.85	0.90	0.64	0.71	0.75	0.84	0.85	0.71	0.83	0.63	11.71	0.6887	2
$y_3$	1.00	0.78	0.84	0.99	0.35	0.68	0.69	0.90	0.80	0.87	0.90	0.90	0.75	0.84	0.89	12.19	0.7168	1
$y_4$	1.00	0.83	0.84	0.98	0.36	0.76	0.76	0.73	0.75	0.46	0.80	0.81	0.69	0.49	0.86	11.11	0.6538	7
$y_5$	1.00	0.86	0.86	0.96	0.35	0.70	0.73	0.79	0.81	0.44	0.80	0.86	0.80	0.65	0.81	11.41	0.6712	3
$y_6$	0.99	0.88	0.89	0.96	0.33	0.65	0.68	0.87	0.75	0.58	0.74	0.80	0.58	0.89	0.64	11.23	0.6605	6
$y_7$	1.00	0.90	0.88	0.96	0.36	0.72	0.76	0.86	0.89	0.40	0.79	0.80	0.59	0.62	0.58	11.11	0.6536	8
$y_8$	1.00	0.85	0.90	0.99	0.37	0.78	0.73	0.85	0.90	0.48	0.78	0.79	0.65	0.53	0.68	11.27	0.6628	4
$y_9$	1.00	0.89	0.90	0.98	0.35	0.90	0.75	0.72	0.75	0.49	0.83	0.84	0.70	0.54	0.63	11.26	0.6621	5
$y_{10}$	0.99	0.77	0.70	0.96	0.35	0.71	0.63	0.72	0.66	0.38	0.80	0.81	0.73	0.55	0.64	10.40	0.6120	11
$y_{11}$	0.99	0.76	0.63	0.96	0.35	0.80	0.74	0.68	0.75	0.43	0.81	0.82	0.89	0.44	0.71	10.75	0.6323	10
$y_{12}$	0.99	0.75	0.74	0.99	0.35	0.73	0.72	0.73	0.71	0.47	0.90	0.90	0.74	0.43	0.73	10.88	0.6400	9

### 3 讨论

苜蓿品种的综合生产性能评价可选择鲜草产量、粗蛋白含量、干鲜比、叶绿素含量等指标<sup>[13]</sup>,通过对各性状进行标准化处理,最大程度地反映各性状的真实水平和优良特性,并且在分析评价品种间差异的基础上对各指标赋予不同的权重值,综合所有品种的最优特征构造标准品种,有效提高了品种综合评估的有效性和准确性。试验发现,以干草产量作为参考,对苜蓿干草产量影响最大的是平均生长速度,其次是茎粗和叶宽。

新疆天山东部平原区风大干旱少雨,冬季温度较低,12 个品种的越冬率都在 98%,均表现出很好的抗寒性。

粗蛋白含量、粗脂肪、灰分等成分决定苜蓿的营养价值,粗蛋白含量高,苜蓿的营养价值高;粗脂肪是产生热能的主要物质;灰分代表苜蓿中所含的矿物质含量,这些物质含量高代表苜蓿的品质好。不同的品种在适宜生长的区域由于土壤和气候的差异会导致蛋白质、粗脂肪、灰分含量有一定差异。苜蓿蛋白质含量主

要存在于叶片中,所以,苜蓿品种中叶茎比含量高的牧草的适口性好、营养价值高。在研究中,叶宽最宽的品种为冰驰,其次为中牧一号、阿迪娜;叶长最长的为 WL343,其次为拉迪诺、中牧一号;叶茎比最大的为甘农三号,其次为骑士、冰驰。叶宽、叶长、叶茎比、叶绿素含量、叶片氮含量的指标对蛋白质的影响,有待于下一步研究。

### 4 结论

通过对新疆天山东部平原区引种紫花苜蓿品种应用灰色关联度分析表明,WL343、骑士 T、拉迪诺与标准品种相似度较大,生产性能的综合表现较好,适宜在新疆天山东部平原区引种;敖汉、阿尔冈金、甘农三号与标准品种的相似度小,生产性能表现相对差,以草品种高产为目的种植不建议引种。WL343 综合排名最前,以高产为目的的综合生产性能最好,适宜在该地区大面积推广;敖汉的粗蛋白含量最高,拉迪诺粗脂肪最高,但是综合排名中敖汉第 10,拉迪诺第 3。敖汉、阿尔冈金、甘农三号在综合评价中排名较低,这与大田观测的结果相符。

## 参考文献:

- [1] 伏兵哲,高雪芹,高永发,等. 21个苜蓿品种主要农艺性状关联分析与综合评价[J]. 草业学报,2015,24(11):174-182.
- [2] 郭正刚,张自和,王锁民,等. 不同紫花苜蓿品种在黄土高原丘陵区适应性的研究[J]. 草业学报,2003,12(4):45-50.
- [3] 陈积山,张月学,高超,等. 20个紫花苜蓿的品种引种试验及生产性能评价[J]. 中国草地学报,2013,35(2):37-42.
- [4] 马维国. 甘肃河西走廊引进紫花苜蓿适应性试验[J]. 中国草地学报,2010,32(5):36-39.
- [5] 高婷,张晓刚,纪立东,等. 美国优质紫花苜蓿在宁夏中部干旱带的适应性研究[J]. 宁夏大学学报(自然科学版),2009,30(3):271-274.
- [6] 莫本田,张建波,张文,等. 48个紫花苜蓿品种在贵州南部的适应性研究[J]. 贵州农业科学,2010,38(9):155-159.
- [7] 马春霞,金花. 宁南山区苜蓿引种的灰色关联度分析[J]. 黑龙江生态工程职业学院学报,2008,21(3):13-14.
- [8] 李进军,吴跃明,刘建新,等. 应用灰色系统理论综合评估分析亚热带地区引种紫花苜蓿[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版),2005,31(5):524-528.
- [9] 张瑜,杨天辉,李娟,等. 12个紫花苜蓿品种生产性能的灰色关联分析[J]. 贵州农业科学,2015,43(9):134-137.
- [10] 韩兵兵,魏旭明,马春强,等. 新疆生产建设兵团第六师奇台垦区紫花苜蓿引种试验[J]. 黑龙江畜牧兽医,2018,(24):159-163.
- [11] 韩路,贾志宽,韩清芳,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.
- [12] 周乐,张延辉. 不同紫花苜蓿品种在新疆喀什地区适应性初报[J]. 草食家畜,2018(4):29-34.
- [13] 郑敏娜,李荫藩,梁秀芝,等. 晋北地区引种苜蓿品种的灰色关联度分析与综合评价[J]. 草地学报,2014,22(3):631-637.
- [14] 李鸿雁,李志勇,李红,等. 用灰色关联度法综合评价扁蓿豆生产性能[J]. 草业科学,2012,29(11):1736-1742.
- [15] 南铭,赵桂琴,李晶,等. 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[J]. 草地学报,2018,26(1):125-133.

## Grey correlation analysis and comprehensive evaluation of introduced alfalfa in eastern Tianshan plain of Xinjiang

ZHANG Yun-ling<sup>1</sup>, ZHANG Jin<sup>1</sup>, MA Li<sup>1</sup>, QIN Ming<sup>2</sup>,  
SUN Qiang<sup>1</sup>, WANG Hong-yang<sup>2</sup>

(1. Grassland Station of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Urumqi 830049, China; 2. Grassland Station of Hami City, Hami 839000, China)

**Abstract:** Totally 15 biological characters of 12 alfalfa varieties introduced in eastern Tianshan plain of Xinjiang were analyzed and evaluated by grey correlation analysis. The results show that out of 15 biological characters of 12 alfalfa varieties, the highest correlation with hay yield was the average growth rate, leaf width and stem diameter, the lowest was crude fiber content. Among 12 varieties, the varieties with high correlation with the standard varieties were WL343, Knight T and Radino, and their comprehensive production performance was good, which suggested that they were suitable for extension in this area. The varieties with low correlation with the standard varieties were Aohan, Algonquin and Gannon No. 3, and their comprehensive production performance was poor.

**Key words:** alfalfa variety; introduction experiment; grey correlation analysis