

# 拉萨河谷区域6个引进紫花苜蓿品种的农艺性状及营养价值灰色关联分析

土登群配

(西藏自治区农牧科学院草业科学研究所, 西藏 拉萨 850002)

**摘要:**为探讨6个引进紫花苜蓿品种在拉萨河谷区域农艺性状及营养价值的综合表现情况,该研究在方差分析的基础上应用聚类分析法和灰色关联分析法,对6个紫花苜蓿品种在生长第6年的各类性状进行了综合分析评价,为后续紫花苜蓿的选育工作奠定了基础。结果表明:正道353的株高和干草产量以及粗蛋白(CP)含量均表现出最高水平,分别为58.9 cm, 9 204.6 kg/hm<sup>2</sup>, 21.1%;正道168的NDF, ADF, Ash含量表现最高,达到38.6%、31.6%、10.7%;正道298的Ca含量最高达到1.6%。灰色关联度分析结果表明:正道353综合表现最好,最适合在拉萨河谷区域进一步种植推广。

**关键词:**紫花苜蓿;农艺性状;营养成分;灰色关联度分析  
**中图分类号:**Q949.751.9 **文献标志码:**A

## Grey Correlation Analysis of Agronomic Traits and Nutritional Value of Six Introduced Alfalfa Varieties in the Lhasa Valley

Tudengqunpei

(Institute of Pratacultural Science, College of Agriculture and Animal Husbandry, Tibet Lhasa, 850002, China)

**Abstract:** In order to explore the comprehensive performance of six introduced alfalfa varieties in the Lhasa River Valley, based on the variance analysis, this study applied cluster analysis and grey correlation analysis to comprehensively analyze and evaluate the various traits of six alfalfa varieties in their sixth year of growth, and lay the foundation for subsequent alfalfa breeding work. The results showed that the plant height, hay yield, and CP content of Zhengdao 353 were the highest with 58.9 cm, 9 204.6 kg/hm<sup>2</sup>, and 21.1%, respectively. The NDF, ADF, and Ash content of Zhengdao 168 were also the highest with 38.6%, 31.6%, and 10.7%, respectively. Ca content of Zhengdao 298 was the highest, reaching 1.6%. The results of grey correlation analysis showed that the Zhengdao 353 has the best comprehensive performance and is most suitable for further planting and promotion in the Lhasa Valley.

**Key Words:** Alfalfa; agronomic traits; nutritional composition; grey correlation analysis

拉萨位于西藏中部,海拔3 650~3 700 m左右,具有较好的水热条件,有利于牧草的生长发育<sup>[1]</sup>。紫花苜蓿是一种很古老的植物,也是第一个引进栽培的牧草,素有“草黄金”美称<sup>[2]</sup>,属多年生优良豆科牧草,其营养价值丰富、产量高、被广泛应用于我国畜牧业<sup>[3-4]</sup>。紫花苜蓿品种繁多,不同品种生态适应性不同,且同一地区不同品种的产量也有较大差异<sup>[5]</sup>。近年来在西藏有一定面积的种植,但无论

从种植面积上,还是在综合品质和种植技术等方面都与国外和国内其他地区相比有一定的差距,且远远不能满足西藏畜牧业发展的需要<sup>[6]</sup>。

郭仰东等<sup>[1]</sup>研究了西藏拉萨地区引进紫花苜蓿的产量与品质分析,结果表明 WL168HQ 和 WL298HQ 这2个品种具有较好的生产性能和较高的饲用价值;秦爱琼<sup>[7]</sup>在西藏河谷区域引种了11个紫花苜蓿品种,结果表明 WL298HQ、WL168HQ、中苜1号、苜丰等均可作为西藏河谷区域适种品种。片多等<sup>[8]</sup>开展的8个紫花苜蓿在拉萨河谷地区的产质和土壤改良评价研究结果表明, WL712HQ 适合在拉萨河谷区及类似的气候土壤条件下大面积推广种植。但近年来,针对拉萨河谷区域引进紫花苜

收稿日期:2023-04-19

基金项目:国家牧草产业体系拉萨综合试验站;中央引导地方项目。

作者简介:土登群配(1978-),男,助理研究员,主要从事牧草种质资源与育种研究, E-mail: 918898960@qq.com。

苜蓿品种采用灰色关联分析方法综合评价研究的报道较少,且评价标准比较单一,因此本研究立足于拉萨河谷区域农牧业的发展需求,选择2015年在拉萨牧草综合试验站引进的6个紫花苜蓿品种,采用生长第6年的农艺性状、营养成分及饲用价值等进行分析,并根据聚类分析和灰色关联分析方法进行综合评价,筛选出最适宜在拉萨河谷区域栽培的苜蓿品种,为当地推广优质紫花苜蓿品种提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

国家牧草产业体系拉萨综合试验站也称曲尼帕牧草试验基地,位于达孜区章多乡尊米才村,离拉萨70 km左右,占地面积约16.7 hm<sup>2</sup>。拉萨市达孜县曲尼帕村(91°36'23.4360"E,29°48'30.0558"N),试验地原为河滩地,距拉萨河不足1 km,所在地点全年多晴朗天气,降雨稀少,冬无严寒,夏无酷暑。全年日照时间在3 000 h以上,海拔3 750 m,年平均气温7.4℃。年降水量为200~510 mm,集中在6~9月份,年无霜期为100~120 d<sup>[9-10]</sup>,土壤为沙壤土,pH=7.92、全氮含量0.025%,有效磷0.2 mg/kg,有效钾154 mg/kg,有机质含量2.12 mg/kg。

试验材料:正道168、美国苜蓿、正道298、正道326、正道353、敖汉苜蓿(表1)。

表1 参试紫花苜蓿品种的来源

序号	品种	品种来源
1	正道168	北京正道生态科技有限公司
2	美国苜蓿	克劳沃(北京)生态科技有限公司
3	正道298	北京正道生态科技有限公司
4	正道326	北京正道生态科技有限公司
5	正道353	北京正道生态科技有限公司
6	敖汉苜蓿	克劳沃(北京)生态科技有限公司

1.2 试验设计与方法

2015年设小区面积为12 m<sup>2</sup>(3 m×4 m),采用随机区组设计,分为3次重复,共试18个小区,播种前翻耕、平地、开沟、人工条播,各小区的播种时间、播种量、施肥量一致、各项田间管理标准统一,生长期间除草1次,不进行施肥。

1.3 指标测定

1.3.1 农艺性状测定

在初花期各小区内随机抽取10株苜蓿,测定单株自地面到自然枝条生长点的高度,取平均值,

单位以cm表示。

将10株苜蓿进行茎叶分离,待风干后分别称质量,计算茎叶比;茎叶比 =  $\frac{\text{茎干质量}}{\text{叶干质量}}$

每小区选取1 m<sup>2</sup>鲜草样,留茬高度4~5 cm,刈割后称鲜质量,计算出每667.7 m<sup>2</sup>的鲜草产量,将鲜草进行自然风干后测定干质量,计算每667.7 m<sup>2</sup>的干草产量,单位以kg/hm<sup>2</sup>表示;

根据1 m<sup>2</sup>鲜草样所称鲜质量和干质量,计算各品种干鲜比。干鲜比 =  $\frac{\text{干草质量}}{\text{鲜草质量}}$

1.3.2 营养成分的测定

初花期随机抽取10株,茎叶分离,风干后粉碎研磨检测出粗蛋白(CP)、粗灰分(Ash)、中性洗涤纤维(NDF)、酸性洗涤纤维(ADF)、钙(Ca)、磷(P)含量。

1.3.3 饲用价值测定

通过酸性洗涤纤维(ADF)、中性洗涤纤维(NDF)计算出每个品种的干物质采食量(DMI)、消化性干物质(DDM)、相对饲喂价值(RFV),公式如下<sup>[11]</sup>:

$$\begin{aligned} \text{DMI} &= 120/\text{NDF} \times 100\%; \\ \text{DDM} &= (88.9 - 0.779 \times \text{ADF}) \times 100\%; \\ \text{RFV} &= \text{DMI} \times \text{DDM} / 1.29 \times 100\%。 \end{aligned}$$

1.4 数据处理与分析

通过Excel 2010处理原始数据,并制作表格,使用SPSS 26软件进行方差分析、计算平均值和标准偏差,最后进行灰色关联度分析。

将6个品种作为6个处理,11项指标作为灰色系统。该系统中横向为评价指标平均值X<sub>i</sub>,其中i=1,2,3...11,纵向为6个品种评价数列,将每个指标最优值挑出,构建一个参考数列X<sub>0</sub>。由于各个指标的计量单位不同,且各个指标值的差异较大,因此对数据进行无量纲化处理,使结果标准化,即各个指标值除以各个指标最优值,即为X<sub>ij</sub>=X<sub>i</sub>/X<sub>0</sub>。再求X<sub>0</sub>与X<sub>i</sub>各对应点的绝对差值,即为Δ<sub>i</sub>=|X<sub>0</sub>-X<sub>ij</sub>|,并找出最大差值maxΔ<sub>i</sub>与最小差值minΔ<sub>i</sub>。

计算数据中参考数列与比较数列的关联系数,见公式(1),其中ρ取0.5。

$$\varepsilon_i = (\min \Delta_i + \max \Delta_i) / (\Delta_i + \rho \max \Delta_i) \quad (1)$$

等权关联度和权重见公式(2)、公式(3),其中n为参试品种的数量。

$$r_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \varepsilon_i(k) \quad (2)$$

$$W_i = r_i / \sum_{i=1}^n r_i \tag{3}$$

加权关联度见公式(3)

$$G_i = \sum_{i=1}^n (\varepsilon_i \times W_i) \tag{4}$$

加权关联度的值越大,排名越高,越接近理想品种;反之差异越大,不适合大面积推广种植<sup>[12-16]</sup>。

2 结果与分析

2.1 不同紫花苜蓿品种的农艺性状

从表2可以看出,6个品种在引种第5年都能正常生长,但株高性状存在一定的差异,株高变幅为43.6~58.9 cm;正道353株高>正道168>美国苜蓿>正道326>正道298>敖汉苜蓿;全年干草产量最高为正道353,达到9 204.6 kg/hm<sup>2</sup>,但6个品种间产量没有差异性,正道353产量>正道168>敖汉苜蓿>美国苜蓿>正道298>正道326;美国苜蓿、正道326、正道353的茎叶比相对较低,说明含叶量多适性较好;正道168的干鲜比显著大于其他5个品种,正道326、正道353、敖汉苜蓿的干鲜比没有差异。

表2 不同苜蓿品种的农艺性状比较

品种	农艺性状			
	株高/cm	干草产量/ (kg·hm <sup>-2</sup> )	茎叶比	干鲜比
正道168	57.46±1.9a	7 670.5±403.3a	0.9±0.1ab	4.3±0.07a
美国苜蓿	57.36±3.1a	6 990.1±439.1a	0.6±0.01b	4.1±0.04b
正道298	48.6±1.5b	6 930.1±282.3a	1.2±0.06a	3.8±0.1c
正道326	55.2±1.7a	6 566.6±1774.8a	0.7±0.1b	3.9±0.08bc
正道353	58.9±0.9a	9 204.6±345.47a	0.8±0.06b	3.9±0.03bc
敖汉苜蓿	43.5±1.0b	7 540.4±355.9a	0.9±0.2ab	3.9±0.08bc

注:不同小写字母表示差异具有统计学意义(*p*<0.05),下同。

从表3可以看出,6个品种间的CP含量、NDF含量、Ash含量和P含量都没有差异性,按照美国牧草协会规定的牧草等级标准,粗蛋白(CP)质量分数>19.0%为特级牧草,本研究的6个参试品种都能达到特级牧草的标准<sup>[17]</sup>。正道168的ADF含量为31.6%,显著大于正道298(*p*<0.05),与正道353等其他4个品种间差异不显著;正道298的Ca含量为1.6%显著高于正道326(*p*<0.05),但与正道353等其他4个品种差异不显著,RFV的值6个品种间没有差异性,正道168、敖汉苜蓿、正道326的相对饲喂价值表现较低。

表3 不同苜蓿品种的营养价值比较

品种	营养价值						
	CP	NDF	ADF	Ash	RFV	Ca	P
正道168	20.8±2.5a	38.6±1.2a	31.6±1.1a	10.7±1.7a	155.3±7.2a	1.3±0.1ab	0.2±0.04a
美国苜蓿	21.1±0.7a	36.5±1.5a	29.6±0.8ab	9.0±0.3a	168.0±8.3a	1.3±0.1ab	0.2±0.01a
正道298	20.5±0.2a	35.7±0.6a	29.3±0.4b	9.7±0.2a	172.2±3.5a	1.6±0.1a	0.2±0.01a
正道326	20.6±1.1a	38.0±0.9a	30.4±0.2ab	8.7±0.5a	159.6±3.9a	1.2±0.1b	0.2±0.02a
正道353	21.1±0.9a	36.8±0.3a	30.4±0.2ab	9.7±0.4a	164.9±1.8a	1.5±0.1ab	0.2±0.2a
敖汉苜蓿	20.4±1.1a	38.5±0.7a	31.3±0.6ab	9.2±0.2a	156.1±3.9a	1.4±0.03ab	0.2±0.01a

2.2 不同紫花苜蓿的灰色关联度分析

灰色关联分析法可得出可比性的综合性能指标,在用于多项指标的综合评价时,能更准确的给出排名结果,可以全面客观的反应引种材料的生长状况,避免认为评价的主观性<sup>[198]</sup>。首先构建理想

参考品种,将各指标平均值的最大值作为参考品种,即株高58.9 cm、草产量9 204.6 kg/hm<sup>2</sup>茎叶比0.8、干鲜比4.3、ADF31.6%,NDF38.6%,Ash10.7%,Ca1.6%、p0.2%、CP21.1%、RFV172.2%。

表4 各类群农艺性状及营养价值平均值比较

类别	株高/cm	干草产量/(kg·hm <sup>-2</sup> )	茎叶比	干鲜比	ADF/%	NDF/%	Ash/%	Ca/%	P/%	CP/%	RFV/%
第1类	53.7	6828.9	0.83	3.93	29.8	36.7	9.13	1.37	0.2	20.73	166.6
第2类	50.5	7605.45	0.9	4.1	31.45	38.55	9.95	1.35	0.2	20.6	155.7
第3类	58.9	9204.6	0.8	4.3	31.6	38.6	10.7	1.5	0.2	21.1	172.2

2.2.1 无量纲化处理

灰色关联分析需要进行钢化处理,来消除量纲带来的影响。将参试品种的平均值除以理想品种

的各类指标(表5)。再根据无量纲化数据求得参试品种各性状与理想品种各性状之间的绝对差值(表6)。

表5 数据无量纲化处理

品种	株高/cm	干草产量/(kg·hm <sup>-2</sup> )	茎叶比	干鲜比	ADF/%	NDF/%	Ash/%	Ca/%	P/%	CP/%	RFV/%
正道168	0.98	0.83	0.75	1.00	1.0	1.0	1.00	0.81	1.00	0.99	0.90
美国苜蓿	0.97	0.76	0.50	0.95	0.9	0.9	0.84	0.81	1.00	1.00	0.98
正道298	0.83	0.75	1.00	0.88	0.9	0.9	0.91	1.00	1.00	0.97	1.00
正道326	0.94	0.71	0.58	0.91	1.0	1.0	0.81	0.75	1.00	0.98	0.93
正道353	1.00	1.00	0.67	0.91	1.0	1.0	0.91	0.94	1.00	1.00	0.96
敖汉苜蓿	0.74	0.82	0.75	0.91	1.0	1.0	0.86	0.88	1.00	0.97	0.91

表6 参试品种与理想参试品种的绝对差值

品种	株高/cm	干草产量/(kg·hm <sup>-2</sup> )	茎叶比	干鲜比	ADF/%	NDF/%	Ash/%	Ca/%	P/%	CP/%	RFV/%
正道168	0.02	0.17	0.25	0	0	0	0	0.19	1.00	0.01	0.1
美国苜蓿	0.03	0.24	0.5	0.05	0.1	0.1	0.16	0.19	1.00	0	0.02
正道298	0.17	0.25	0	0.12	0.1	0.1	0.09	0	1.00	0.03	0
正道326	0.06	0.29	0.42	0.09	0	0	0.19	0.25	1.00	0.02	0.07
正道353	0	0	0.33	0.09	0	0	0.09	0.06	1.00	0	0.04
敖汉苜蓿	0.26	0.18	0.25	0.09	0	0	0.14	0.12	1.00	0.03	0.09

2.2.2 关联系数

在绝对差值的基础上,求出关联系数,其中

$\min \min |X_0 - X_{ij}|=0, \max \max |X_0 - X_{ij}|=0.26, \rho$ 取值0.5,得出表7的结果。

表7 参试品种与理想品种的关联系数

品种	株高/cm	干草产量/(kg·hm <sup>-2</sup> )	茎叶比	干鲜比	ADF/%	NDF/%	Ash/%	Ca/%	P/%	CP/%	RFV/%
正道168	0.87	0.43	0.34	1.00	1.00	1.0	1.0	0.41	0.12	0.93	0.57
美国苜蓿	0.81	0.35	0.21	0.72	0.57	0.6	0.4	0.41	0.12	1.00	0.87
正道298	0.43	0.34	1.00	0.52	0.57	0.6	0.6	1.00	0.12	0.81	1.00
正道326	0.68	0.31	0.24	0.59	1.00	1.0	0.4	0.34	0.12	0.87	0.65
正道353	1.00	1.00	0.28	0.59	1.00	1.0	0.6	0.68	0.12	1.00	0.76
敖汉苜蓿	0.33	0.42	0.34	0.59	1.00	1.0	0.5	0.52	0.12	0.81	0.59

2.2.3 计算各性状指标的关联度与权重并进行排序(表8)。

关联度与权重系数从高到低为CP/%>NDF/%>ADF/%>RFV/%>株高/cm>干鲜比>Ash/%>Ca/%>干草产量/kg/hm<sup>2</sup>>茎叶比。

表8 各性状指标的关联度与权重

性状	等权关联度	权重系数	排序
株高/cm	0.69	0.100	5
干草产量/kg/hm <sup>2</sup>	0.48	0.070	9
茎叶比	0.40	0.058	10
干鲜比	0.67	0.098	6
ADF%	0.86	0.125	3

续表

性状	等权关联度	权重系数	排序
NDF%	0.87	0.127	2
Ash%	0.58	0.084	7
Ca%	0.56	0.082	8
P%	0.12	0.017	11
CP%	0.90	0.131	1
RFV%	0.74	0.108	4

2.2.4 进一步求取加权关联度进行排序

排名越高,越接近理想品种;反之差异越大。6个品种的加权关联度排序为‘正道353’>‘正道168’>‘正道326’>‘敖汉苜蓿’>‘美国苜蓿’>‘正道298’。



表9 各性状指标的加权关联度与排序

品种	加权关联度	排序
正道168	0.76	2
美国苜蓿	0.60	5
正道298	0.59	6
正道326	0.64	3
正道353	0.77	1
敖汉苜蓿	0.61	4

3 讨论

3.1 不同苜蓿品种的农艺性状差异分析

干草产量是评价牧草经济效益和生产性能的第一要素<sup>[18]</sup>,株高是描述苜蓿生长状况、评价苜蓿高产的主要指标之一,亦是构成苜蓿产量的重要因子,在产量构成要素中占65%<sup>[19]</sup>,这与本研究结果一致。通过SPSS方差分析结果可以看出,6个引进紫花苜蓿品种里正道353株高显著高于正道298和敖汉苜蓿( $p<0.05$ ),达到58.9 cm;同样全年干草产量为最高,达到9 204.6 kg/hm<sup>2</sup>。正道168表现其次,株高为57.4 cm,干草产量为7 670.5 kg/hm<sup>2</sup>。茎叶比是衡量牧草经济性状的一个重要指标,由于紫花苜蓿营养物质主要包含在叶片中,因此紫花苜蓿叶量所占的比例在很大程度上影响了饲草中的营养物质含量,茎叶比越小含叶量越多,营养价值越高,相对饲料价值越高<sup>[20]</sup>,这与本研究结果也基本一致。美国苜蓿、正道326、正道353的茎叶比值较小,饲喂价值(RFV)相对较高。通常牧草含水量越低,干鲜比越高,干草产量也越高<sup>[21]</sup>,这与本研究结果一致。正道168、美国苜蓿、正道353的干鲜比较大,产量也相对较高。

3.2 不同苜蓿品种的营养品质差异分析

根据20-30-40牧草品质法则,即CP(粗蛋白>20%、ADF(酸性洗涤纤维)≥30%、NDF(中性洗涤纤维)≥40%)<sup>[22]</sup>结合,相对饲喂价值(RFV)>150%。本研究测定的营养成分CP含量在20.1%~21.1%之间,ADF在29.6%~31.6%之间,RFV在155%~172%之间,除NDF所有品种在35.7%~38.6%之间达不到≥40%外,以其他3个指标作为参考,正道168、正道326、正道353、敖汉苜蓿的营养品质表现较好。其中,正道353的CP含量达到最高为21.1%,Ca为1.5%排第2,相对饲用价值(RFV)排名第3,正道168的ADF、NDF、Ash含量表现最高,分别达到38.6%、31.6%和10.7%。

3.3 综合评价分析

由于紫花苜蓿作为优质多年生豆科牧草,其生产性能优劣不能单从几项指标进行评价,只有综合性状表现优异的苜蓿品种才适宜广泛推广种植<sup>[23]</sup>,因此本研究为筛选出产量和品质兼备的优质引进苜蓿品种,通过灰色关联分析法对2015年引进的6个紫花苜蓿品种在生长第6年的农艺性状及营养成分进行了综合分析。

4 结论

通过灰色关联度分析方法,最终对加权关联度进行排序,排名越高,越接近理想品种;反之差异越大。本试验应用的指标与其他研究结果相似。6个品种的加权关联度排序依次为正道353>正道168>正道326>敖汉苜蓿>美国苜蓿>正道298。

本文结论:6个品种中‘正道353’的表现最为突出,比较适合在拉萨河谷区域种植推广。由于本试验只结合了6个苜蓿品种在生长第6年的数据,但苜蓿作为多年生豆科牧草,其综合评价结果应结合连续3年的评比结果做决定,因此6个紫花苜蓿品种连续3年的评比结果还有待进一步研究。

参考文献:

[1] 郭仰东,赵利,王敬龙,等.西藏拉萨地区引进紫花苜蓿品种的产量与品质分析[J].草地学报,2020,28(4):1164-1167.  
[2] 王雪,李志萍,孙建军,等.中国苜蓿品种的选育与研究[J].草业科学,2014,31(3):512-518.  
[3] 南丽丽,师尚礼,郭全恩,等.根茎型清水苜蓿鲜草产量及营养价值评价[J].中国草地学报,2012,34(5):63-68.  
[4] 张进红,刘名江,吴波,等.50个紫花苜蓿品种在黄河三角洲盐碱地区的生产性能评价[J].农学学报,2019,9(2):64-71.  
[5] 孙万斌.不同生境下20个紫花苜蓿品种的综合评价及不同生育期营养特性的比较[D].兰州:甘肃农业大学,2016.  
[6] 王明涛,赵玉红,苗彦军,等.西藏林芝河谷地带紫花苜蓿和高羊茅混播牧草品质研究[J].草地学报,2022,30(6):1590-1596.  
[7] 秦爱琼.11个紫花苜蓿品种在西藏河谷区的引种试验研究[J].西藏农业科技,2019,41(S1):53-57.  
[8] 片多,益西央宗,尼玛仓决,等.8个紫花苜蓿品种在拉萨河谷区的产质和土壤改良评价[J].西藏农业科技,2022,44(4):29-34.  
[9] 次珍.西藏拉萨河谷区域不同紫花苜蓿品种的生产性能比较[J].西藏农业科技,2022,44(1):26-28.  
[10] 周启龙,多吉顿珠,益西央宗.拉萨地区16个燕麦引进品种的灰色关联度评价[J].草地学报,2020,28(2):389-396.  
[11] 赵骄阳,朱慧森,张士敏,等.8个紫花苜蓿品种在山西中部地区的农艺性状和营养价值评价[J].山西农业科学,2021,49(4):414-419.

- [12] 张光雨,马和平,邵小明,等.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[J].草业学报,2019,28(5):121-131.
- [13] 周启龙.西藏阿里19个燕麦引进品种的灰色关联度评价[J].作物杂志,2021(1):26-31.
- [14] 高维民.西藏区域物流发展影响因素灰色关联分析与对策研究[J].太原城市职业技术学院学报,2022(6):28-30.
- [15] 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.
- [16] 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.
- [17] 卜耀军,徐伟洲,李强,等.14个紫花苜蓿品种在农牧交错区的生长特征及品质[J].西北农业学报,2017,26(10):1438-1445.
- [18] 王超,白龙,赵波,吕德国.温带果园适宜草种及其播量的初步筛选[J].草业科学,2014,31(2):284-289.
- [19] 范锴,闫志坚,王育青,尹强,王慧,渠晖,孟元发,白健慧.鄂尔多斯地区16个紫花苜蓿品种生产性能研究[J].中国草地学报,2021,43(6):61-68.
- [20] 孙万斌,马晖玲,侯向阳,等.20个紫花苜蓿品种在甘肃两个地区的生产性能及营养价值综合评价[J].草业学报,2017,26(3):161-174.
- [21] 刘海聪,刘杰,李菁,等.西藏高原不同草地类型牧草干鲜比及其影响因素分析[J].中国草地学报,2022,44(8):28-36.
- [22] 陈谷,邵建辉.美国商业应用中的牧草质量及质量标准[J].中国牧业通讯,2010(11):48-49.
- [23] 梁万鹏,何振富,李晓莉,等.紫花苜蓿新品种主要农艺性状与产量灰色关联度分析[J].饲料研究,2022,45(8):86-89.