



## 燕麦农艺性状及品质分析

窦晓利<sup>1</sup>, 梁万鹏<sup>2\*</sup>, 韩庆辉<sup>3</sup>, 张金霞<sup>2</sup>

(1. 甘肃省农业科学院畜草与绿色农业研究所, 甘肃兰州 730070; 2. 庆阳市农业科学研究所, 甘肃庆阳 745000; 3. 北京佰青源畜牧业科技发展有限公司, 北京 100000)

**摘要:** 为了筛选出产量高、品质好、适应旱作农业区推广的家畜饲草——燕麦(*Avena sativa* L.), 对引进的3个燕麦品种进行生产能力及营养成分测定。采用因子分析法对3个品种12个农艺性状之间的相互关系进行综合评价分析, 同时对不同品种间对应的常用营养成分指标进行方差分析。结果表明, 福燕1号综合得分5.626, 排名第1。3个品种之间“灰分”差异显著( $P < 0.05$ ); 多重比较结果显示, “非纤维碳水化合物”、“总可消化养分”和“单糖”甜燕1号与福燕1号之间差异显著( $P < 0.05$ ), 其余指标3个品种之间差异不显著( $P > 0.05$ )。

**关键词:** 燕麦; 因子分析; 品质分析

[中图分类号] S816.41 [文献标志码] A [文章编号] 1004-6704(2024)-05-0017-07

## Analysis of Agronomic Characters and Quality of Oat

DOU Xiaoli<sup>1</sup>, LIANG Wanpeng<sup>2\*</sup>, HAN Qinghui<sup>3</sup>, ZHANG Jinxia<sup>2</sup>

(1. Animal Husbandry-Pasture and Green Agriculture Institute, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou, Gansu 730070, China; 2. Qingyang Institute of Agricultural Sciences of Gansu Province, Qingyang, Gansu 745000, China; 3. Beijing Baiqingyuan Animal Husbandry Technology Development Co., LTD., Beijing 100000, China)

**Abstract:** In order to select the forage of high yield, good quality and suitable for popularization in dry farming area, Oat (*Avena sativa* L.), the productivity and nutrient composition of 3 introduced varieties of *Avena sativa* L. were determined. The relationship between 12 agronomic traits of 3 varieties was evaluated by factor analysis, and variance analysis was performed for the common nutrient components of different varieties. The results showed that the comprehensive score of Fuyan No. 1 was 5.626, ranking first. The “ash” of the three varieties was significantly different ( $P < 0.05$ ). The results of multiple comparisons showed that there were significant differences between “non-fiber freshwater compounds”, “total digestible nutrients” and “monosaccharides” between Tianyan 1 and Fuyan 1 ( $P < 0.05$ ), but no significant differences among the other three indexes ( $P > 0.05$ ).

**Key words:** *Avena sativa* L.; factor analysis; quality analysis

燕麦(*Avena sativa* L.)一年生属禾本科燕麦属, 也被称为雀麦、野麦子, 分带稈型(皮燕麦)和裸粒型(裸燕麦)<sup>[1]</sup>。皮燕麦主要分布于甘肃、青海和

宁夏等地<sup>[2]</sup>。中国饲用燕麦产业发展具有一定的基础, 同时也存在不可忽视的制约因素<sup>[3]</sup>。当前, 燕麦的生产及品种选育将种质资源的创新和专用型新品种的选育作为重点方向<sup>[4]</sup>。一批新品种被选育并推广应用<sup>[5]</sup>, 为中国的草畜产业发展提供了充足的饲草料。燕麦具有须根发达、抗逆性强、营养丰富的特点<sup>[6]</sup>, 是北方旱作农业区及牧区大力推广的饲草品种。甘肃省大部分地区属于旱作农业区, 产业以草食畜牧业为主, 近年来, 牛羊的群体规模和养殖数量

[收稿日期] 2024-07-04

[基金项目] 甘肃省农业科学院区域协同创新项目(2024GA-AS10); 2021 现代丝路寒旱农业科技支撑计划(GSLK-2021-5)

[第一作者] 窦晓利(1976-), 女, 正高级畜牧师, 农学硕士, 主要从事草畜生态循环生产与人工混播草地相关技术研究示范。E-mail: douxl@gsagr.ac.cn

\* [通信作者] 梁万鹏, E-mail: liangwp1930@sina.com

快速增长,对饲草料的需求量增加。为了缓解冬春季饲草供应压力,发挥燕麦固有的特点,筛选3个适应性较强的燕麦,通过田间适应性及生产能力测定,选出综合性状优良、营养丰富的燕麦品种,为家畜提供优良的燕麦饲草料。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验材料

参加试验的燕麦共有3个品种,分别为甜燕1号,甜燕2号,福燕1号,种子由北京佰青源畜牧业科技发展有限公司提供。

### 1.2 试验方法

试验采用随机区组设计,3次重复,小区面积

(10 m×10 m)100 m<sup>2</sup>。行距15 cm,株距10 cm。前茬作物为玉米,试验地于2023年4月下旬旋耕,并于2023年7月28日机播,播种深度4~5 cm。

### 1.3 测定项目和方法

在每个品种不同重复试验小区内随机选择5株燕麦,测量指标有株高、分蘖数、茎粗、苗数、茎节数、穗数、穗长、小穗数、穗粒数、亩产量等10项指标(表1)。对每个品种不同重复内的燕麦采样,样品送至内蒙古乌兰察布市易马农牧科技有限公司测定其营养成分。对常用的水分、干物质、粗蛋白、有效粗蛋白、木质素、非纤维碳水化合物、淀粉、单糖、脂肪、灰分、总可消化养分、相对饲用价值、相对草品质等指标。

表1 各农艺性状的统计量  
Table 1 Statistics of agronomic traits

品 种	株高 /cm	分蘖数 /株	苗数 /个	茎数 /个	穗数 /个	茎粗 /cm	穗长 /cm	小穗数 /个	穗粒 数/粒	草产量 /(kg/m <sup>2</sup> )
甜燕1号	80.83±	2.07±	429.33±	5.07±	4.67±	0.37±	13.96±	10.93±	32.67±	2.10±
	6.78	1.16	121.99	0.88	0.49	0.06	3.15	2.43	18.22	0.38
甜燕2号	116.37±	1.53±	177.33±	6.47±	6.87±	0.58±	28.73±	18.13±	53.73±	3.23±
	9.27	0.83	41.42	0.92	1.19	0.29	2.89	4.55	26.90	0.24
福燕1号	108.57±	1.47±	198.67±	5.13±	8.27±	0.45±	29.66±	27.07±	43.13±	2.90±
	11.53	0.52	50.74	0.52	2.84	0.09	6.09	13.16	25.28	0.60

### 1.4 数据分析

数据采用 Microsoft Excel 进行整理,利用 IBM SPSS Statistics 19.0 进行分析,具体为:不同燕麦品种各对应指标进行因子分析,不同品种燕麦营养成分采用单因素方差分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 因子分析

测量的燕麦指标较多,各指标间相互关系错综复杂,采用因子分析法可以将其综合为少数几个因子,以再现原始变量与因子之间的相互关系,探讨多个能够直接测量且具有一定相关性的实测指标是如何受少数几个内在的独立因子支配的,并且在条件许可时借此尝试对变量进行分类。

2.1.1 因子分析结果 由“KMO 和 Bartlett 的检验”得知,其中 KMO 统计量=0.780>0.70, Bartlett 的球形度检验  $P(\text{Sig.})=0.000<0.01$ 。从“公因子方差”表中得知,按照所选标准提取相应数量主成分后,各变量中的信息被提取出的比例,除了“茎

粗”指标提取值=0.508 较低,其它指标的提取值接近或者大于0.8。

表2是各变量的特征根及相应的贡献率(总方差)和累计百分比,且按照降序排列,特征值的大小表明了公因子的方差贡献。第一个主成分特征值为5.553,占特征值总和的46.274%,累计贡献率为46.274%。第二个主成分特征值为1.901,占特征值总和的15.839%,累计贡献率为62.113%。第三个主成分特征值为1.201,占特征值总和的10.019%,累计贡献率为72.132%。第四个主成分特征值为1.114,占特征值总和的9.282%,累计贡献率为81.414%。

因子分析要求提取的公因子有实际含义,但是从各因子和原始变量的相关系数可以看出,各因子的意义不是很明显,为了使因子载荷矩阵中系数更加显著,对初始因子载荷矩阵进行旋转,将因子和原始变量的相关系重新进行分配,使相关系数的绝对值向(0,1)区间的两端分化,从而更加容易进行解释。

表 2 变量的特征根及相应的贡献率(总方差)和累计百分比

Table 2 Characteristic roots of variables and corresponding contribution rate(total variance)and cumulative percentage

成份	初始特征值			提取平方			旋转平方和载		
	合计	方差的/%	累积/%	合计	方差的/%	累积/%	合计	方差的/%	累积/%
1	5.553	46.274	46.274	5.553	46.274	46.274	3.453	28.774	28.774
2	1.901	15.839	62.113	1.901	15.839	62.113	2.605	21.711	50.485
3	1.202	10.019	72.132	1.202	10.019	72.132	2.384	19.864	70.349
4	1.114	9.282	81.414	1.114	9.282	81.414	1.328	11.065	81.414
5	0.684	5.702	87.116	—	—	—	—	—	—
6	0.512	4.270	91.386	—	—	—	—	—	—
7	0.368	3.064	94.450	—	—	—	—	—	—
8	0.287	2.390	96.841	—	—	—	—	—	—
9	0.168	1.398	98.239	—	—	—	—	—	—
10	0.091	0.758	98.997	—	—	—	—	—	—
11	0.071	0.591	99.588	—	—	—	—	—	—
12	0.049	0.412	100.000	—	—	—	—	—	—

注:提取方法为主成分分析法。

表 3 给出了四个主成分的因子旋转成分矩阵,按照特征值大于或者等于 1 的原则提取了四个主成分,第一主成分主要包含株高、茎节数、茎粗、穗长、亩产量的信息,且具有较高的载荷,分别为 0.810、0.792、0.523、0.686 和 0.832。表明第一个主成分是决定产量方面的因子;第二个主成分主要包含穗数、小穗数、穗粒数的信息,分别为 0.821、0.893 和 0.685。表明第二个主成分是决定种子产量方面的因子;第三个主成分主要包含分品种、重复的信息,分别为 0.803、0.877;第四个主成分主要包含分蘖数的信息,为-0.880。由此可得因子得分公式:

$$Y_1 = 0.308x_1 - 0.015x_2 + 0.810x_3 - 0.121x_4 + \dots - 0.659x_{11} + 0.832x_{12}$$

$$Y_2 = 0.380x_1 + 0.123x_2 + 0.365x_3 - 0.096x_4 + \dots - 0.299x_{11} - 0.012x_{12}$$

$$Y_3 = 0.803x_1 + 0.877x_2 + 0.321x_3 - 0.020x_4 + \dots - 0.509x_{11} + 0.320x_{12}$$

$$Y_4 = 0.206x_1 - 0.102x_2 - 0.048x_3 - 0.880x_4 + \dots - 0.022x_{11} + 0.195x_{12}$$

2.1.2 综合得分评价 在公因子得分公式的基础上计算因子得分,一种方法是先将变量标准化,再输入公式进行计算;二种方法是直接使用“得分”子对话框中的“保存为变量”复选框,直接将各因子得分值保存为新变量  $FAC_1 \sim FAC_4$ 。本文利用第二种方法。得出 3 个燕麦品种 4 个公因子值,结果如表 4 所示。

以上 4 个公因子从不同方面反映了燕麦的总体

情况,单独使用某一公因子很难全面作出综合评价,因此利用各公因子所对应的方差贡献率比例为权重计算综合得分。对 3 个燕麦品种进行综合评价:对 4 个公因子  $FAC_1$ 、 $FAC_2$ 、 $FAC_3$ 、 $FAC_4$  得分进行加权求和,权值取表 2 中“各变量的特征根及相应的贡献率(总方差)”中“旋转平方和方差的%”的贡献值。

表 3 旋转成分矩阵

Table 3 Rotation component matrix

指标	成份			
	1	2	3	4
品种	0.308	0.380	0.803	0.206
重复	-0.015	0.123	0.877	-0.102
株高	0.810	0.365	0.321	-0.048
分蘖	-0.121	-0.096	-0.020	-0.880
茎节数	0.792	-0.042	-0.298	0.123
穗数	0.145	0.821	0.291	0.307
茎粗	0.523	0.168	-0.098	0.443
穗长	0.686	0.493	0.444	0.022
小穗数	-0.016	0.893	0.334	0.167
穗粒数	0.411	0.685	-0.117	-0.354
苗数	-0.659	-0.299	-0.509	-0.022
亩产量	0.832	-0.012	0.320	0.195

注:提取方法为主成分分析法。旋转法:具有 Kaiser 标准化的正交旋转法。旋转在 8 次迭代后收敛。

综合得分 =  $28.774/81.414 \times \text{FAC}_1 + 21.711/81.414 \times \text{FAC}_2 + 19.864/81.414 \times \text{FAC}_3 + 11.065/81.414 \times \text{FAC}_4$ 。

综合得分及排名结果如表 4 所示。福燕 1 号综合得分 5.626, 排名第 1。

## 2.2 品质分析

对燕麦样品外检测定其营养成分, 选取常用的水分、干物质、粗蛋白、有效粗蛋白、木质素、非纤维

淡水化合物、淀粉、单糖、脂肪、灰分、总可消化养分、相对饲用价值、相对饲草品质等 13 个指标进行分析(表 5)。

表 6 是不同燕麦品种营养成分方差分析结果, 从中可知: 灰分  $P(\text{Sig}) = 0.032 < 0.05$ , 表明不同燕麦品种之间灰分差异显著。其余 12 个营养指标组间  $P(\text{Sig}) > 0.05$ , 表明其余指标差异不显著。

表 4 公因子值

Table 4 Values of common factors

品种	FAC <sub>1</sub>	FAC <sub>2</sub>	FAC <sub>3</sub>	FAC <sub>4</sub>	综合得分	综合排名
甜燕 1 号	-13.503 17	-7.132 4	-11.992 16	-3.935 48	-10.135	3
甜燕 2 号	15.830 81	0.471 67	-5.186 53	0.394 23	4.509	2
福燕 1 号	-2.327 62	6.660 74	17.178 67	3.541 25	5.626	1

表 5 营养成分

Table 5 Nutritional composition

品种	水分/%	干物质/%	粗蛋白/%	有效粗蛋白/%	木质素/%	非纤维淡水化合物/%	淀粉/%	单糖/%	脂肪/%	灰分/%	总可消化养分/%	相对饲用价值
1	10.5	89.5	8.32	7.25	5.64	20.05	1.97	1.79	2.95	5.03	54	93
2	10.53	89.47	9.3	8.23	5.37	18.45	3.22	3.85	2.51	5.75	53	92
3	16.03	83.97	8.31	7.22	4.79	22.65	4.53	1.34	2.69	4.9	52	105
1	4.8	95.2	10.47	9.23	5.9	23.37	2.67	4.19	2.95	3.93	59	99
2	14.31	85.69	10.03	9.08	4.8	21.17	2.14	3.86	2.31	4.4	53	99
3	10.86	89.14	9.18	8.11	4.99	22.61	4.46	4.1	2.41	3.81	55	98
1	7.38	92.62	8.61	7.59	4.91	25.12	2.87	4.08	2.87	5.05	58	97
2	9.46	90.54	10.23	9.24	4.98	22.79	4.16	6.25	3.08	5.71	56	102
3	8.49	91.51	9.7	8.69	5.12	23.32	2.1	4.03	3.11	4.63	58	97

注: 1. 甜燕 1 号; 2. 甜燕 2 号; 3. 福燕 1 号。

表 6 方差分析

Table 6 Analysis of variance

指标	组间平方和	df	均方	F 值	显著性
水分/%	23.266	2	11.633	1.015	0.417
干物质/%	23.266	2	11.633	1.015	0.417
粗蛋白/%	2.464	2	1.232	2.574	0.156
有效粗/%	2.511	2	1.256	2.680	0.147
木质素/%	0.122	2	0.061	0.335	0.728
非纤维淡水化合物/%	17.139	2	8.570	3.554	0.096
淀粉/%	0.063	2	0.032	0.023	0.978
单糖/%	9.564	2	4.782	4.187	0.073
脂肪/%	0.332	2	0.166	2.701	0.146
灰分/%	2.575	2	1.288	6.404	0.032
总可消化养分/%	28.667	2	14.333	3.686	0.090
相对饲用价值	8.000	2	4.000	0.197	0.827
相对饲草品质	324.222	2	162.111	1.910	0.228

表 7 多重比较  
Table 7 Multiple comparisons

因变量	(I)品种间	(J)品种	均值差(I-J)	标准误	显著性	95% 置信区间 95%	
						下限	上限
非纤维淡 水化合 物/%	LSD	甜燕 1 号	2	-2.000 00	1.267 85	-5.102 3	1.102 3
			3	-3.360 00 <sup>*</sup>	1.267 85	-6.462 3	-0.257 7
		甜燕 2 号	1	2.000 00	1.267 85	-1.102 3	5.102 3
			3	-1.360 00	1.267 85	-4.462 3	1.742 3
		福燕 1 号	1	3.360 00 <sup>*</sup>	1.267 85	0.257 7	6.462 3
			2	1.360 00	1.267 85	-1.74 23	4.462 3
单糖/%	LSD	甜燕 1 号	2	-1.723 33	0.872 64	-3.858 6	0.411 9
			3	-2.460 00 <sup>*</sup>	0.872 64	-4.595 3	-0.324 7
		甜燕 2 号	1	1.723 33	0.872 64	-0.411 9	3.858 6
			3	-0.736 67	0.872 64	-2.871 9	1.398 6
		福燕 1 号	1	2.460 00 <sup>*</sup>	0.872 64	0.324 7	4.595 3
			2	0.736 67	0.872 64	-1.398 6	2.871 9
灰分/%	LSD	甜燕 1 号	2	1.180 00 <sup>*</sup>	0.366 14	0.284 1	2.075 9
			3	0.096 67	0.366 14	-0.799 2	0.992 6
		甜燕 2 号	1	-1.180 00 <sup>*</sup>	0.366 14	-2.075 9	-0.284 1
			3	-1.083 33 <sup>*</sup>	0.366 14	-1.979 2	-0.187 4
		福燕 1 号	1	-0.096 67	0.366 14	-0.992 6	0.799 2
			2	1.083 33 <sup>*</sup>	0.366 14	0.187 4	1.979 2
总可消化 养分/%	LSD	甜燕 1 号	2	-2.666 67	1.610 15	-6.606 6	1.273 2
			3	-4.333 33 <sup>*</sup>	1.610 15	-8.273 2	-0.393 4
		甜燕 2 号	1	2.666 67	1.610 15	-1.273 2	6.606 6
			3	-1.666 67	1.610 15	-5.606 6	2.273 2
		福燕 1 号	1	4.333 33 <sup>*</sup>	1.610 15	0.393 4	8.273 2
			2	1.666 67	1.610 15	-2.273 2	5.606 6

注:\*. 均值差的显著性水平为 0.05。

由于涉及 3 个品种,进一步用多重比较法分析组间品种之间差异性(表 7)。从表 7 中可以看出,1(甜燕 1 号)与 3(福燕 1 号)之间“非纤维淡水化合物”的  $P(\text{Sig})=0.038<0.05$ ,差异显著。1(甜燕 1 号)与 2(甜燕 2 号)之间“灰分”的  $P(\text{Sig})=0.018<0.05$ ,差异显著。2(甜燕 2 号)与 3(福燕 1 号)之间“灰分”的  $P(\text{Sig})=0.025<0.05$ ,差异显著。1(甜燕 1 号)与 3(福燕 1 号)之间“总可消化养分”的  $P(\text{Sig})=0.036<0.05$ ,差异显著。1(甜燕 1 号)与 3

(福燕 1 号)之间“单糖”的  $P(\text{Sig})=0.030<0.05$ ,差异显著。其余指标品种之间差异不显著。

### 3 讨 论

#### 3.1 因子分析法

因子分析是指研究从变量群中提取共性因子的统计技术。最早由英国心理学家 C. E. 斯皮尔曼提出。因子分析可在许多变量中找出隐藏的具有代表性的因子。将相同本质的变量归入一个因子,可减



少变量的数目,还可检验变量间关系的假设。因此,它被广泛应用于市场调查分析<sup>[7]</sup>、工程物流<sup>[8]</sup>、财务分析<sup>[9]</sup>、生物统计<sup>[10]</sup>、医学等领域<sup>[11]</sup>,为生产决策提供科学依据。因子分析法在农业生产及试验<sup>[12-16]</sup>中也得到了广泛应用,本研究对3个燕麦品种12个农艺指标进行因子分析,得出4个公因子得分公式,并以此为基础进行加权得分求和,根据综合得分结果可得知3个燕麦品种综合排名。

### 3.2 品质分析

营养成分是评价燕麦品质优劣的关键指标。一般来说,同一品种在其不同生长阶段<sup>[17]</sup>,各部位的养分动态变化,同一品种在不同的生态环境下各营养指标也可能存在差异<sup>[18-20]</sup>;不同品种在同一生态环境下各对应的营养指标也可能具有差异性<sup>[21-23]</sup>。为了进一步明确3个燕麦品种在同一生态环境下12个营养指标之间差异性,对其进行单因素方差分析<sup>[24]</sup>和多重比较<sup>[25]</sup>。

## 4 结 论

采用因子分析法对3个燕麦品种进行分析,综合得分结果表明福燕1号排名第1。同一生态环境下3个品种之间“灰分”差异显著( $P < 0.05$ );“非纤维碳水化合物”、“总可消化养分”和“单糖”甜燕1号与福燕1号之间差异显著( $P < 0.05$ ),其余指标3个品种之间差异不显著。

### 参考文献:

- [1] 杨海鹏. 中国燕麦[M]. 北京: 农业出版社, 1989: 202-204.
- [2] 张 曼, 张美莉, 郭 军, 等. 中国燕麦分布、生产及营养价值与生理功能概述[J]. 内蒙古农业科技, 2014, 42(2): 116-118.  
ZHANG M, ZHANG M L, GUO J, et al. Summary of distribution, production, nutritional and physiological value of *Avena sativa* L. in China[J]. Inner Mongolia Agricultural Science and Technology, 2014, 42(2): 116-118.
- [3] 刘文辉, 贾志锋, 梁国玲. 我国饲用燕麦产业发展现状及存在的问题和建议[J]. 青海科技, 2020, 27(3): 82-85.
- [4] 杨崇庆, 常耀军, 杨 娇, 等. 燕麦生产及品种选育技术研究进展[J]. 麦类作物学报, 2022, 42(5): 578-584.  
YANG C Q, CHANG Y J, YANG J, et al. Research progress of oats production and breeding selection technology[J]. Journal of Triticeae Crops, 2022, 42(5): 578-584.
- [5] 孙乌日娜, 高欣梅, 王 崑, 等. 燕麦育成品种展示试验研究[J]. 北方农业学报, 2018, 46(1): 12-15.  
SUN W R L, GAO X M, WANG W, et al. Study on the demonstration experiment of oat breeding varieties [J]. Journal of Northern Agriculture, 2018, 46(1): 12-15.
- [6] 刘敏娟. 燕麦的特点与种植技术[J]. 湖南农机, 2012, 39(9): 214.  
LIU M ZH. The oats characteristics and planting techniques[J]. Hunan Agricultural Machinery, 2012, 39(9): 214.
- [7] 赵爱婷, 王 柯, 张晓玉. 基于游客感知的兰州市旅游演艺市场调查研究[J]. 泰山学院学报, 2021, 43(1): 54-62.  
ZHAO A T, WANG K, ZHANG X Y. Research on tourism performing arts market of Lanzhou City based on tourists' perception[J]. Journal of Taishan University, 2021, 43(1): 54-62.
- [8] 杨广娟. 基于因子分析法的工程物流方案设计风险评价指标体系构建[J]. 物流技术, 2022, 41(7): 55-59.  
YANG G J. Construction of evaluation index system of engineering logistics design risks based on factor analysis[J]. Logistics Technology, 2022, 41(7): 55-59.
- [9] 王 璐. 基于因子分析法的济南 TL 印刷公司财务绩效评价[D]. 济南: 济南大学, 2022.
- [10] 徐德瑞, 周 杰, 张建华, 等. 东太湖沉水植物现状及影响因子分析[J]. 水电能源科学, 2020, 38(4): 64-67.  
XU D R, ZHOU J, ZHANG J H, et al. Status of submerged plants and its influencing factors in east lake Taihu[J]. Water Resources and Power, 2020, 38(4): 64-67.
- [11] 袁筱祺, 夏 葳, 何双双. 基于因子分析法的住院医师岗位胜任力综合评估研究[J]. 上海医药, 2023, 44(17): 57-60.  
YUAN X Q, XIA W, HE SH SH. Study on the comprehensive evaluation of job competency of residents based on factor analysis [J]. Shanghai Medical & Pharmaceutical Journal, 2023, 44(17): 57-60.
- [12] 梁万鹏, 张金霞, 施海娜, 等. 燕麦在庆阳市北部旱作区生长适应性评价[J]. 饲料研究, 2020, 43(5): 100-102.  
LIANG W P, ZHANG J X, SHI H N, et al. Evaluation on growth adaptability of oat in dry farming area of north Qingyang City[J]. Feed Research, 2020, 43(5): 100-102.
- [13] 孟静娇, 谢志坚, 陈国斌. 因子分析法在玉米生产试验中的应用[J]. 农学学报, 2020, 10(2): 12-17.  
MENG J J, XIE ZH J, CHEN G B. Application of factor analysis in corn production test[J]. Journal of Agriculture, 2020, 10(2): 12-17.

- [14] 孙希立. 同异分析法与因子分析法在向日葵种质资源综合评价中的应用[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2015.
- [15] 李长江, 温晓霞, 孙 涓, 等. 陕南主栽烟草品种化学成分综合评价与分析[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2013, 41(7): 67-74.  
LI CH J, WEN X X, SUN W, et al. Comprehensive evaluation and analysis of chemical compositions of main cultivated tobacco varieties in South Shaanxi[J]. Journal of Northwest A & F University(Natural Science Edition), 2013, 41(7): 67-74.
- [16] 郭龙珠, 吕纯波, 罗玉峰. 应用因子分析法遴选水稻灌溉管理分区关键指标[J]. 农业系统科学与综合研究, 2008, 24(3): 316-318.  
GUO L ZH, LÜ CH B, LUO Y F. Factor analysis on key index of rice irrigated manage zone[J]. System Sciences and Comprehensive Studies in Agriculture, 2008, 24(3): 316-318.
- [17] 蒋阿宁, 管建慧. 不同生长期对饲用燕麦营养品质的影响[J]. 饲料研究, 2023, 46(24): 100-104.  
JIANG A N, GUAN J H. Effect of different growth stages on nutritional quality of feed oats[J]. Feed Research, 2023, 46(24): 100-104.
- [18] 许利英, 肖援娣, 陈雪梅, 等. 5 个燕麦品种在凉山彝族自治州不同县域的营养价值评定[J]. 乡村科技, 2023, 14(13): 81-84.
- [19] 张 敏. 干旱环境中转霸王抗逆基因紫花苜蓿在不同施肥水平下的生长性能及营养品质评价[D]. 兰州: 州大学, 2017.
- [20] 孙宪印. 不同环境下小麦籽粒形态性状及微营养物质含量的 QTL 分析[D]. 泰安: 山东农业大学, 2009.
- [21] 王金兰, 王小军, 刘启林, 等. 不同燕麦品种在三江源区的生产性能和营养品质综合评价[J/OL]. 草业学报, 1-13[2024-08-28]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/62.1105.S.20240625.1502.034.html>.
- [22] 刘杰淋, 彭大庆, 孔晓蕾, 等. 5 个饲用燕麦品种在松嫩平原盐碱地的生产性能及营养价值评价[J]. 饲料研究, 2023, 46(22): 132-136.  
LIU J L, PENG D Q, KONG X L, et al. Evaluation of production performance and nutritional value of five forage oats varieties in saline-alkali soil of Songnen Plain[J]. Feed Research, 2023, 46(22): 132-136.
- [23] 许利英, 肖援娣, 陈雪梅, 等. 5 个燕麦品种在凉山彝族自治州不同县域的营养价值评定[J]. 乡村科技, 2023, 14(13): 81-84.
- [24] 汪桐含, 张美钰, 胡典顺. 概率与统计的知识理解之单因素方差分析[J]. 数学通讯, 2023(19): 1-5.
- [25] 余 帅, 冯光燕, 苏晓丽, 等. 17 份多花黑麦草品种(系)农艺性状与产量形成关系的多重分析[J/OL]. 草地学报, 1-15[2024-08-28]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3362.S.20240624.1926.002.html>.

~~~~~

(上接第 7 页)

- [24] BAMSHAD M, LE T, WATKINS W S, et al. The Spectrum of mutations in TBX3: genotype/phenotype relationship in ulnar-mammary syndrome[J]. The American Journal of Human Genetics, 1999, 64(6): 1550-1562.
- [25] LIU X, ZHANG Y, LIU W, et al. A single-nucleotide mutation within the TBX3 enhancer increased body size in Chinese horses[J]. Current Biology, 2022, 32(2): 480-487.
- [26] ABLONDI M, VIKLUND Å, LINDGREN G, et al. Signatures of selection in the genome of Swedish warmblood horses selected for sport performance [J]. BMC Genomics, 2019, 20(1): 717.
- [27] WIECZOREK L, MAJUMDAR D, WILLS T A, et al. Absence of Ca<sup>2+</sup>-stimulated adenylyl cyclases leads to reduced synaptic plasticity and impaired experience-dependent fear memory[J]. Translational Psychiatry, 2012, 2(5): 126-126.
- [28] MORI S, KOU I, SATO H, et al. Association of genetic variations of genes encoding thrombospondin, type 1, domain-containing 4 and 7A with low bone mineral density in Japanese women with osteoporosis [J]. Journal of Human Genetics, 2008, 53(8): 694-697.