

# 陕西沙棘叶营养成分的比较分析

党君

(青海大学 化工学院, 西宁 810016)

中图分类号:S793.6

文献标识码:B

文章编号:1004-7034(2016)12-0140-03

陕西省拥有丰富的沙棘资源,沙棘产业发展的潜力很大。研究在刘安典等<sup>[1]</sup>、王俊峰等<sup>[2]</sup>工作的基础上,运用化学计量学研究方法(主成分分析法、聚类分析法)对陕西省宜君、靖边、吴旗、永寿、黄龙等5县沙棘叶中的Cu、Fe、Zn、Mn、Mg、Se、As等7种微量元素和干物质、粗蛋白、粗脂肪、粗纤维、粗灰分、无氮浸出物等6种主要营养成分进行分析研究,期望对今后沙棘叶的进一步开发及合理使用提供科学的理论依据和数据参考。

## 1 材料

陕西省5个县的沙棘叶片样品,采集地为陕西省宜君县哭泉乡、靖边县大路沟乡、吴旗县白豹乡、永寿县马坊乡、黄龙县界头庙乡,沙棘叶中的干物质、粗蛋白、粗脂肪、粗纤维等6种主要营养成分参照《牧草饲料的分析方法》进行测定,Cu、Fe、Zn、Mn、Mg、Se、As等7种微量元素分别按照GB/T13885—92、GB/T13079—91、GB/T13883—92进行测定。

## 2 方法

### 2.1 主成分分析法

主成分分析是一种多元统计分析技术,通过对原始变量指标的转换,获得较少几个新变量指标,这些较少的综合指标尽可能多地表征原始变量数据结构特征,以使原信息不丢失,并可消除众多化学信息里相互重叠的部分<sup>[3-4]</sup>。设有 $n$ 个样本, $m$ 个变量,原始变量指标为 $x_1, x_2, \dots, x_m$ ,新变量指标即综合指标为 $F_1, F_2, \dots, F_x (x \leq m)$ ,则:

$$\begin{cases} F_1 = Z_{11}x_1 + Z_{12}x_2 + \dots + Z_{1m}x_m \\ F_2 = Z_{21}x_1 + Z_{22}x_2 + \dots + Z_{2m}x_m \\ \vdots \\ F_x = Z_{x1}x_1 + Z_{x2}x_2 + \dots + Z_{xm}x_m \end{cases}$$

式中系数 $Z_{ij}$ 的决定原则如下:

1)  $F_i$ 和 $F_j (i \neq j, i, j = 1, 2, \dots, x)$ 相互无关;

2)  $F_1$ 是 $x_1, x_2, \dots, x_m$ 所有线性组合中方差最大者; $F_2$ 是与 $F_1$ 不相关的 $x_1, x_2, \dots, x_m$ 的全部线性组合中方差最大者; $F_x$ 是与 $F_1, F_2, \dots, F_{x-1}$ 都不相关的

$x_1, x_2, \dots, x_m$ 的全部线性组合中的方差最大者。新变量指标 $F_1, F_2, \dots, F_x$ 分别称为原始变量指标的第一,第二, ..., 第 $x$ 主成分,其中 $F_1$ 方差占总方差的比例最大,其他依次递减。因此,在分析实际问题时只需挑选前几个方差最大的主成分,就可抓住问题实质,同时又可简化变量间关系<sup>[5-6]</sup>。

### 2.2 聚类分析法

立足于数理统计学的观点,聚类分析是一种通过数据建模简化数据的方法,把一组数据按照其自身的内在相似程度或亲疏程度较合理的分成几类<sup>[7]</sup>。

## 3 结果和讨论

### 3.1 主成分分析

3.1.1 原始数据预处理 根据公式 $Y_{ij} = (x_{ij} - \bar{x}_j) / S_j$  (式中: $Y_{ij}$ 为预处理后的数据, $x_{ij}$ 为原始数据, $\bar{x}_j$ 为均值, $S_j$ 为标准差)。将数据标准化可以消除原始数据之间的量纲影响,使数据具备可比性,并遵从正态分布规律(0,1)。标准化处理后的数据分别见表1、表2。

表1 沙棘叶微量元素的标准化值

地点	Cu	Fe	Zn	Mn	Mg	Se	As
宜君县	1.376	-0.729	-0.743	0.175	0.113	0.226	1.286
黄龙县	-0.915	-1.014	0.952	-0.634	-0.685	-0.065	-0.395
吴旗县	-0.918	-0.390	1.229	0.427	1.547	1.511	-1.362
靖边县	0.630	0.977	-0.730	-1.285	-1.058	-0.473	0.571
永寿县	-0.173	1.156	-0.707	1.317	0.083	-1.199	-0.101

表2 沙棘叶营养成分的标准化值

地点	干物质	粗蛋白	粗脂肪	粗纤维	粗灰分	无氮浸出物
宜君县	-0.910	-0.098	-0.949	-1.340	-0.139	0.003
黄龙县	-0.223	1.659	-0.058	1.261	-0.955	-0.880
吴旗县	-0.741	-1.012	1.438	0.473	-0.598	-0.698
靖边县	1.576	-0.098	-0.899	-0.591	0.048	1.653
永寿县	0.297	-0.450	0.467	0.197	1.645	-0.078

3.1.2 主成分分析结果 微量元素相关系数的特征值分别为3.761, 1.562, 1.215, 0.463, 对应的方差贡献为0.537 25, 0.760 36, 0.933 89, 1.000 00。第一、二、三主成分的累计方差贡献率为93.389% > 80%; 因此,选取3个主成分进行评价就够了,它代表了陕

收稿日期:2016-01-25;修回日期:2016-09-22

作者简介:党君(1981-),女,讲师,硕士,研究方向为计算化学,1337310167@qq.com.

西沙棘叶中微量元素含量约 93% 的信息量。

微量元素数学模型关系式如下：

$$F_1 = -0.411Z_{Cu} - 0.268Z_{Fe} + 0.486Z_{Zn} + 0.119Z_{Mn} + 0.378Z_{Mg} + 0.398Z_{Se} - 0.455Z_{As}$$

$$F_2 = -0.11Z_{Cu} + 0.503Z_{Fe} - 0.207Z_{Zn} + 0.686Z_{Mn} + 0.336Z_{Mg} - 0.266Z_{Se} - 0.194Z_{As}$$

$$F_3 = 0.518Z_{Cu} - 0.341Z_{Fe} - 0.181Z_{Zn} + 0.305Z_{Mn} + 0.46Z_{Mg} + 0.396Z_{Se} + 0.347Z_{As}$$

主成分得分排序为  $1.719 > 0.068 > -0.067 > -0.439 > -1.282$ ，即吴旗县沙棘叶 > 黄龙县沙棘叶 > 永寿县沙棘叶 > 宜君县沙棘叶 > 靖边县沙棘叶。

营养成分相关系数的特征值分别为 2.742, 1.611, 1.092, 对应的方差贡献为 0.456 95, 0.725 41, 0.907 44。第一、二、三主成分的累计方差贡献率为 90.744% > 80%；因此，选取 3 个主成分进行评价就够了，它代表了陕西沙棘叶中营养元素含量约 91% 的信息量。

营养成分数学模型关系式如下：

$$F_1 = -0.431Z_{\text{干物质}} - 0.146Z_{\text{粗蛋白}} - 0.423Z_{\text{粗脂肪}} - 0.448Z_{\text{粗纤维}} + 0.281Z_{\text{粗灰分}} + 0.578Z_{\text{无氮浸出物}}$$

$$F_2 = 0.142Z_{\text{干物质}} + 0.719Z_{\text{粗蛋白}} - 0.478Z_{\text{粗脂肪}} + 0.134Z_{\text{粗纤维}} - 0.463Z_{\text{粗灰分}} + 0.054Z_{\text{无氮浸出物}}$$

$$F_3 = 0.624Z_{\text{干物质}} + 0.154Z_{\text{粗蛋白}} + 0.300Z_{\text{粗脂肪}} + 0.619Z_{\text{粗纤维}} + 0.314Z_{\text{粗灰分}} + 0.121Z_{\text{无氮浸出物}}$$

主成分得分排序  $0.687 > 0.347 > -0.112 > -0.141 > -0.780$ ，即靖边县沙棘叶 > 宜君县沙棘叶 > 黄龙县沙棘叶 > 永寿县沙棘叶 > 吴旗县沙棘叶。

### 3.2 聚类分析

对沙棘叶微量元素进行聚类分析得到的树形图，见图 1。由图 1 可知，通过聚类分析可以将宜君县、靖边县、永寿县沙棘叶聚为一类，黄龙县沙棘叶聚为一类，吴旗县沙棘叶聚为一类。说明陕西沙棘叶微量元素谱存在相似性。

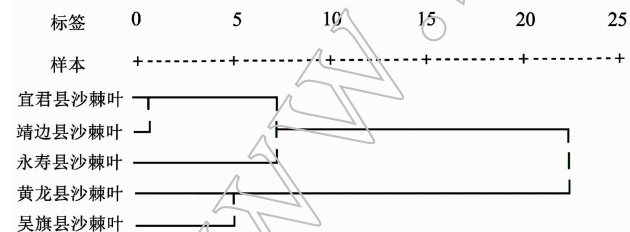


图 1 微量元素聚类分析树形图

对沙棘叶主要营养成分进行聚类分析得到的树形图，见图 2。由图 2 可知，通过聚类分析可以将吴旗县、永寿县、黄龙县沙棘叶聚为一类，宜君县沙棘叶聚为一类，靖边县沙棘叶聚为一类，通过树形图可直观地显示整个聚类过程。说明陕西沙棘叶营养成分

谱存在相似性。

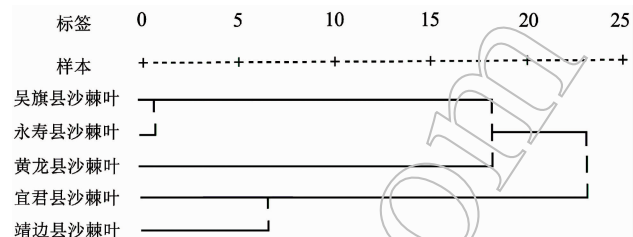


图 2 营养成分聚类分析树形图

### 4 讨论与小结

对陕西省宜君、靖边、吴旗、永寿、黄龙等 5 县沙棘叶中的 Cu、Fe、Zn、Mn、Mg、Se、As 等七种微量元素与干物质、粗蛋白、粗脂肪、粗纤维、粗灰分、无氮浸出物等六种主要营养成分进行主成分分析研究，分别获得可以揭示微量元素、营养成分分布特征的 3 个主成分及相应的 3 个数学模型，探讨了微量元素、营养成分种类及含量与陕西沙棘叶营养价值的密切关系；利用主成分得分对陕西五县沙棘叶营养价值进行综合评价，排除了主观因素的干扰，结果更加真实可靠；通过聚类分析既可以将陕西五县沙棘叶很好地区分开来，又能反映它们之间的相似程度。

1) 主成分分析获得陕西沙棘叶微量元素相关系数的特征值分别为 3.761, 1.562, 1.215, 0.463, 对应的方差贡献为 0.537 25, 0.760 36, 0.933 89, 1.000 00。第一、二、三主成分的累计方差贡献率为 93.389% > 80%。选取 3 个主成分进行评价。营养元素相关系数的特征值分别为 2.742, 1.611, 1.092, 对应的方差贡献为 0.456 95, 0.725 41, 0.907 44。第一、二、三的主成分的累计方差贡献率为 90.744% > 80%。选取 3 个主成分进行评价。

2) 由三个数学模型关系式分析微量元素分布状况，第一主成分中，Zn、Se、Mg 上有较大的正系数，Zn 广泛分布于动物机体组织中，对动物免疫、组织细胞结构完整、生长繁殖能力、提高动物生产能力等均具有重要作用；Se 与免疫功能、抗氧化能力、抗癌作用密切相关，适当增加 Se 的摄入量对维持健康、预防疾病的发生有重要意义；Mg 具有多种特殊的生理功能，能激活体内多种酶，抑制神经异常兴奋。在第二主成分中，Mn、Fe 上有大的正系数，Mn 是公认的抑癌元素，参与造血、氧化还原等过程，有促进生长发育的功能；Fe 主要构成血红蛋白，也是许多酶的组成部分，在组织呼吸和生物氧化过程中起重要作用。在第三主成分中，Cu、Mg、Se 上有大的正系数，Cu 是人和动物所必需的微量元素，与畜禽的生长性能、免疫功能有密切的联系，缺铜对畜禽的造血功能、神经系统、骨骼、结缔组织和被毛的生长发育等均能造成不同程度的不良影响。

3)由三个数学模型关系式分析主要营养成分分布状况:在第一主成分中,无氮浸出物上有较大的正系数,饲料中无氮浸出物含量高,适口性好,消化率高,是动物能量的主要来源。在第二主成分中,粗蛋白上有大的正系数,粗蛋白是构成细胞、血液、骨骼、肌肉等器官组织的主要成分,是生命活动必需的基础养分。在第三主成分中,干物质、粗纤维上有大的正系数,干物质是衡量植物有机物积累、营养成分多少的重要指标;粗纤维可以促进肠胃运动,可以一定程度上帮助消化。

4)由主成分得分可以对陕西五县沙棘叶的营养价值进行科学的综合评价,针对微量元素的主成分得分排序为  $1.719 > 0.068 > -0.067 > -0.439 > -1.282$ ,即吴旗县沙棘叶 > 黄龙县沙棘叶 > 永寿县沙棘叶 > 宜君县沙棘叶 > 靖边县沙棘叶。微量元素综合评价结果最高的为吴旗县沙棘叶,最差的为靖边县沙棘叶;针对主要营养成分的主成分得分排序为  $0.687 > 0.347 > -0.112 > -0.141 > -0.780$ ,即靖边县沙棘叶 > 宜君县沙棘叶 > 黄龙县沙棘叶 > 永寿县沙棘叶 > 吴旗县沙棘叶。营养价值最高的为靖边县沙棘,最差的为吴旗县沙棘叶。以上综合评价结果客观、科学,能够为沙棘叶营养价值评

价提供客观、科学的参考依据。

5)微量元素聚类分析中宜君县、靖边县、永寿县沙棘叶聚为一类,黄龙县沙棘叶聚为一类,吴旗县沙棘叶聚为一类;说明陕西沙棘叶微量元素谱存在相似性。营养成分聚类分析中吴旗县、永寿县、黄龙县沙棘叶聚为一类,宜君县沙棘叶聚为一类,靖边县沙棘叶聚为一类;说明陕西沙棘叶营养成分谱存在相似性,以上分析可为进一步开展陕西沙棘叶研究提供科学、客观依据。

#### 参考文献:

- [1] 刘安典,王俊峰,秦三民,等. 陕西沙棘叶片主要微量元素与维生素含量分析[J]. 沙棘,2001,14(4):17-19.
- [2] 王俊峰,刘安典,解柱华,等. 陕西沙棘叶片主要营养成分的测定与分析[J]. 沙棘,2001,14(3):18-21.
- [3] 许禄,邵学广. 化学计量学方法[M]. 北京:科学出版社,2004.
- [4] 卢纹岱. SPSS for Windows 统计分析[M]. 3版. 北京:电子工业出版社,2006.
- [5] 韩天锡,蒋淳,魏雪丽,等. 多元统计组合模型在地震综合预报中的应用[J]. 地震学报,2004,26(5):523-528,567.
- [6] 童其慧. 主成分分析方法在指标综合评价中的应用[J]. 北京理工大学学报(社会科学版),2002,4(1):59-61.
- [7] 李永健,方肇勤. 聚类分析在中医药研究中的应用与思考[J]. 南京中医药大学学报(自然科学版),2001,17(3):182-184.

(010)

## 混合盐碱胁迫对多年生黑麦草种子萌发的影响

张余莽,李楠

(长春科技学院,长春 130600)

中图分类号:S543.6

文献标识码:B

文章编号:1004-7034(2016)12-0142-02

吉林省是世界三大苏打盐碱土分布区之一,西部盐碱地面积约为 96.9 万  $\text{hm}^2$ ,其中轻度、中度和高度盐碱地所占比例分别为 6.26%、47.90% 和 45.84%<sup>[1]</sup>。研究表明,黑麦草具有一定的抗盐碱胁迫能力,在盐碱地种植黑麦草不但可改良盐碱地,而且可为畜禽饲养提供更多的饲草资源。目前关于黑麦草抗盐碱胁迫的研究多为单一的盐或碱胁迫,混合盐碱胁迫的研究较少,特别是混合盐碱胁迫对黑麦草种子萌发影响的研究则未见报道。试验通过人工模拟吉林省西部盐碱地土壤,研究盐碱胁迫对黑麦草种子

萌发的影响,为吉林省西部盐碱地改良及黑麦草种植提供参考。

### 1 材料与方法

#### 1.1 植物种子

多年生黑麦草种子,购自长春绿友种子专卖店。

#### 1.2 试验设计

试验采用滤纸纸上发芽法,分别将  $\text{NaCl}$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{NaHCO}_3$  和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  按照摩尔比为 1:1:0:0(混合液 A)、1:9:9:1(混合液 B)、1:1:1:1(混合液 C)和 9:1:1:9(混合液 D)的比例配制成总盐浓度分别为 50,100,150,200,250  $\text{mmol/L}$  的胁迫溶液。选取 50 粒籽粒饱满的黑麦草种子,经消毒处理后均匀放置在铺有双层滤纸的洁净培养皿中,分别用不同盐碱比例组成的 5 个浓度水平混合溶液 5 mL 进行处理,以纯化水为对照,重复 3 次,每天补充水分以保持盐碱浓

收稿日期:2015-12-19;修回日期:2016-09-22

作者简介:张余莽(1984-),男,讲师,硕士研究生,研究方向为植物营养学,yumang1984@163.com.

通信作者:李楠(1953-),女,教授,本科,研究方向植物营养与施肥,linan4291@126.com.