

## 内蒙古地区沙生植物饲用养分含量分析研究

刘颖<sup>1,2</sup>, 冯金朝<sup>1</sup>

1. 中央民族大学生命与环境科学学院, 北京 100081
2. 内蒙古师范大学化学与环境科学院, 内蒙古 呼和浩特 010022

**摘要** 利用化学和仪器方法, 测定了内蒙古地区七种沙生植物叶、茎、株作为饲养成分的含量(干物质百分率): 钙 0.73~3.89, 磷 0.043~0.34, 硒 0.026~2.8, 粗蛋白质 3.38~13.92, 粗脂肪 3.97~15.03, 总糖 14.89~35.78, 灰分 0.61~14.33, 中性洗涤纤维 26.66~79.72, 酸性洗涤纤维 27.03~69.01, 七种沙生植物叶、茎氨基酸总含量变动范围为 2.30%~11.26%。除沙枣外, 其余六种沙生植物叶、茎钙/磷均高于苜蓿叶粉和茎粉; 硒含量均比植物中一般硒含量高; 粗蛋白质达到了优质禾谷类粮食蛋白含量的水平; 叶、茎、全株粗脂肪含量均高于玉米秸秆和小麦秸秆; 叶中总糖含量均大于其茎和株; 灰分含量高; 叶中性洗涤纤维均低于苜蓿叶粉, 茎中性纤维均高于苜蓿叶粉; 除梭梭外, 其余植物茎酸性洗涤纤维均高于苜蓿茎粉。实验表明, 七种沙生植物适宜于家畜饲养的要求, 是沙区发展草地畜牧业优质的饲草资源。

**关键词** 沙生植物; 饲用养分; 内蒙古地区

**中图分类号:** S816.11 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3964/j.issn.1000-0593(2008)09-2161-04

豆科锦鸡属柠条锦鸡儿(*C. korshinskii* Kom.)和小叶锦鸡儿(*Caragana microphylla* Lam.), 柏科圆柏属常绿葡萄木沙地柏(*Sabina vulgaris* Ant.), 胡颓子科沙棘属植物沙棘(*Hippophae rhamnoides* L.), 蓼科沙拐枣属沙枣(*Elaeagnus angustifolia*), 怪柳科怪柳属红柳(*Salix bordensis*), 藜科梭梭属梭梭(*Haloxylon ammodendron*)等沙生植物是我国西部地区优良的固沙植物, 近年来已有许多研究报道<sup>[1,2]</sup>, 本文在前人工作的基础上<sup>[3]</sup>, 在对内蒙古地区沙生植物常量、微量金属元素含量, 植物生长土壤理化性质等方面实验研究的基础上<sup>[4,5]</sup>, 继续对内蒙古地区七种沙生植物饲用养分等进行了测定分析, 旨在为评价沙生植物的饲用价值与合理开发固沙植物饲料资源, 为揭示其营养规律提供可信的实验数据和科学依据。

### 1 实验部分

#### 1.1 营养成分测定方法

Ca(Z-8000型塞曼偏光原子吸收分光光度计(日立公司, 日本)), P(LY/T 1270—1990), Se(GB/T 13883—1994), 粗蛋白(GB/T 6432—1994), 总糖(何照范编, 粮油籽粒品质及其分析技术, 农业出版社, 1985年), 粗脂肪(GB/T

6433—1994), 灰分(GB/T 6438—1992), 粗纤维(GB/T 6434—1994), 中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维(饲料化学成分分析手册), 氨基酸(GB/T 18246.2000标准, 日立 835-50型氨基酸自动分析仪)。

#### 1.2 样品及预处理

2006年分别采摘内蒙古地区常见的七种沙生植物, 样品分出叶、茎及全株, 均用去离子水洗净, 80℃烘干, 研磨粉碎过20目筛, 然后准确称取一定量的样品于电热板上灰化, 高温炉540℃焙烧4h, 去离子水润湿, 用6 mol·L<sup>-1</sup> HCl溶解后定容到100 mL容量瓶中。

### 2 结果与讨论

#### 2.1 沙生植物营养成分

七种沙生植物营养成分分析结果见表1。

由表1可见, 沙棘和红柳叶、茎钙含量均高于苜蓿叶、茎粉钙含量(3.15%, 2.05%), 其余五种沙生植物均低于苜蓿叶、茎粉钙含量; 七种沙生植物叶、茎磷含量均低于苜蓿叶粉(0.35%)和茎粉(0.26%)。钙和磷在家畜的骨骼发育和维护方面起着特别重要的作用, 家畜日粮中钙磷的正常比例(钙/磷)为2:1, 反刍家畜可耐受钙磷比为7:1<sup>[3]</sup>。测试的

收稿日期: 2008-01-06, 修订日期: 2008-03-16

基金项目: 国家自然科学基金项目(20767004), 中央民族大学“985工程”项目(CUN985-3-3), 内蒙古自治区自然科学基金重点项目(200711020202)和内蒙古自治区高等学校科学研究项目(NJ06108)资助

作者简介: 刘颖, 女, 1963年生, 中央民族大学生命与环境科学学院教授 e-mail: ly@imnu.edu.cn

七种固沙植物中, 柠条锦鸡儿钙/磷为叶 27.50 : 1、茎 12.81 : 1、全株 15.6 : 1; 沙地柏钙/磷为叶 22.12 : 1、茎 17.18 : 1、全株 17.14 : 1; 沙棘钙/磷为叶 37.63 : 1、茎 43.00 : 1、全株 33.58 : 1; 小叶锦鸡儿钙/磷为叶 25.74 : 1、茎 26.03 : 1、全株 22.46 : 1; 沙枣钙/磷为叶 8.53 : 1、茎 7.17 : 1、全株 8.78 : 1; 红柳钙/磷为叶 56.38 : 1、茎 58.87 : 1、全株

57.67 : 1; 梭梭钙/磷为叶 31.83 : 1、茎 28.31 : 1、全株 20.15 : 1。从以上数据分析可知, 七种沙生植物叶、茎、全株钙/磷比均超过反刍家畜耐受极限, 且除沙枣外其余六种沙生植物叶、茎钙/磷均高于苜蓿叶粉(9.00 : 1)和茎粉(7.88 : 1)。

Table 1 Determination of nutrients in 7 species of desert plants (% , n=3)

项目	钙			磷			硒/10 <sup>-4</sup>			粗蛋白质			粗脂肪		
	叶	茎	株	叶	茎	株	叶	茎	株	叶	茎	株	叶	茎	株
柠条锦鸡儿	1.21	0.73	0.78	0.044	0.057	0.050	0.041	0.034	0.031	13.21	8.89	10.73	5.98	4.49	4.59
沙地柏	2.19	1.46	1.32	0.099	0.085	0.077	0.038	0.031	0.033	8.01	4.22	3.38	15.03	13.72	13.61
沙棘	3.50	3.01	2.72	0.093	0.070	0.081	1.85	1.75	1.76	13.92	10.81	9.28	7.29	4.03	3.97
小叶锦鸡儿	1.39	1.64	1.28	0.054	0.063	0.057	2.8	2.5	2.7	9.31	6.53	6.93	6.99	5.61	5.76
沙枣	2.90	0.86	0.79	0.34	0.12	0.091	0.029	0.027	0.026	11.99	9.13	8.51	5.64	4.59	4.75
红柳	3.89	3.12	2.48	0.069	0.053	0.043	0.049	0.048	0.046	8.74	4.09	3.93	6.92	4.29	4.17
梭梭	2.61	2.01	1.31	0.082	0.071	0.065	0.088	0.083	0.084	13.46	9.48	8.77	6.01	4.78	4.63

  

项目	总糖			灰分			中性洗涤纤维			酸性洗涤纤维		
	叶	茎	株	叶	茎	株	叶	茎	株	叶	茎	株
柠条锦鸡儿	31.37	19.54	20.09	1.12	2.27	2.9	44.89	61.30	75.73	30.41	69.01	68.01
沙地柏	25.83	18.32	16.36	3.01	4.91	4.73	29.98	61.73	58.92	37.36	60.02	60.55
沙棘	33.65	27.45	21.98	0.93	1.99	1.62	37.84	67.43	64.99	45.73	64.12	63.79
小叶锦鸡儿	24.15	14.89	16.19	0.61	2.31	1.91	37.55	77.04	75.86	27.03	66.26	67.75
沙枣	33.84	19.79	21.68	1.11	2.32	2.09	32.84	79.72	76.06	29.98	61.99	62.78
红柳	35.78	26.55	23.64	1.04	2.04	1.71	37.12	70.51	75.56	29.06	64.40	65.81
梭梭	26.44	22.95	19.93	11.02	14.33	13.22	26.66	58.93	57.60	28.93	58.52	59.04

硒是人体健康和动物体内必需的微量元素之一, 且兼具营养、毒性和解毒三重生物学功能, 被称为生命的保护剂<sup>[6]</sup>。近年来, 人们加强了硒在植物中的研究, 结果表明, 硒对高等植物具有抗氧化作用, 提高植株的抗逆性和抗衰老能力, 推测硒可能是高等植物的必需微量元素<sup>[7]</sup>。不仅如此, 增强硒在植物中的富集量, 积极有效地开发出富硒生物产品, 这对于弥补缺硒或低硒地区饲料中硒的不足、解决缺硒地区的硒营养问题具有极其重要的社会经济意义。本文七种沙生植物叶硒含量大小顺序为(%): 小叶锦鸡儿(2.8) > 沙棘(1.85) > 梭梭(0.088) > 红柳(0.049) > 柠条锦鸡儿(0.041) > 沙地柏(0.038) > 沙枣(0.029), 均比植物中一般硒含量(0.021 mg · kg<sup>-1</sup>)<sup>[8]</sup>高, 可能的原因是本文研究植物生长土壤的 pH 值呈碱性(pH > 8.0), 硒以 6 价的硒酸盐存在, 易溶于水, 不易被铁、铅固定, 对植物有效性高, 易被植物吸收利用<sup>[8]</sup>; 表 1 显示, 同一植物的不同部位吸收硒的能力各异, 七种沙生植物叶硒含量均大于茎硒含量, 与文献报道一致<sup>[9,10]</sup>。

表 1 数据还表明, 七种沙生植物叶、茎和株粗蛋白质含量均高于小麦秸秆(2.80%), 其中叶粗蛋白质含量均高于玉米秸秆(5.90%), 但叶、茎、株粗蛋白质含量均低于苜蓿叶粉(20.36%)和苜蓿茎粉(11.46%); 沙棘、梭梭叶粗蛋白的含量为 13.92%, 13.46%, 明显高于一般叶类蔬菜和饲料, 达到了优质禾谷类粮食蛋白含量(小麦 13.3%, 大米 13.5%)<sup>[11]</sup>的水平。

七种沙生植物叶、茎、全株粗脂肪含量均高于玉米秸秆

(1.20%)和小麦秸秆(1.05%)。

糖是植物细胞和组织的基本营养物质和主要支持物质。有些植物多糖类已作为一种免疫调节剂及运用于癌症的免疫治疗, 增强抗肿瘤作用, 有的还具有抗病毒、抗衰老作用<sup>[12]</sup>。本文研究的 7 中沙生植物叶中总糖含量均大于其茎和株, 其含量高低顺序为: 红柳 > 沙枣 > 沙棘 > 柠条锦鸡儿 > 梭梭 > 沙地柏 > 小叶锦鸡儿。

灰分含量高低可指示植物富集元素的作用, 植物各组分对土壤元素的富集量本质上与植物各组分对元素的需求量和土壤中元素的含量及存在形态等有关, 而元素的存在形态因不同因素而不同, 因此灰分含量与生长的土壤条件有关, 不是固定不变的, 含量高, 说明含有较多的矿质元素<sup>[13,14]</sup>。本文七种沙生植物灰分含量大小顺序为梭梭 > 沙地柏 > 柠条锦鸡儿 > 沙枣 > 红柳 > 沙棘 > 小叶锦鸡儿。

七种沙生植物叶中性洗涤纤维均低于苜蓿叶粉(45.47%), 茎中性纤维均高于苜蓿叶粉(45.47%); 柠条锦鸡儿、小叶锦鸡儿、沙枣、红柳、梭梭叶酸性洗涤纤维均低于苜蓿叶粉(30.61%), 说明这几种植物叶具较高的消化率, 有较高的饲用价值; 除梭梭外, 其余植物茎酸性洗涤纤维均高于苜蓿茎粉(58.80%)。

从以上沙生植物的营养成分测试分析可以看出, 虽然有些营养成分含量略低于苜蓿, 但明显高于玉米秸秆和小麦秸秆, 是优良的反刍家畜饲料。

## 2.2 七种沙生植物氨基酸含量测定分析

七种沙生植物叶、茎 17 种氨基酸成分见表 2。结果表

**Table 2 Determination of amino acids contents in 7 species of desert plants (mg · 100 mg<sup>-1</sup>, n=3)**

项目	柠条锦鸡儿		沙地柏		沙棘	
	叶	茎	叶	茎	叶	茎
苏氨酸*	0.73	0.57	0.24	0.11	0.32	0.24
异亮氨酸*	0.44	0.30	0.26	0.14	0.28	0.22
亮氨酸*	0.57	0.45	0.47	0.23	0.42	0.32
缬氨酸*	0.57	0.47	0.34	0.15	0.37	0.30
苯丙氨酸*	0.59	0.41	0.28	0.15	0.28	0.22
蛋氨酸*	0.20	0.13	0.24	0.11	0.13	0.090
赖氨酸*	0.56	0.45	0.41	0.10	0.49	0.30
天门冬氨酸	0.70	0.69	0.51	0.22	0.60	0.44
丝氨酸	0.54	0.44	0.20	0.11	0.29	0.22
谷氨酸	0.80	0.75	0.51	0.30	0.62	0.46
甘氨酸	0.47	0.36	0.30	0.13	0.31	0.24
丙氨酸	0.42	0.34	0.34	0.14	0.28	0.20
胱氨酸	0.23	0.14	0.12	0.12	0.12	0.11
酪氨酸	0.54	0.51	0.12	0.05	0.19	0.17
组氨酸	0.39	0.21	0.11	0.04	0.21	0.15
精氨酸	0.53	0.35	0.31	0.10	0.23	0.18
脯氨酸	0.50	0.45	0.24	0.099	0.69	0.46
合计	8.78	6.92	5.00	2.30	5.83	4.32

\* 人体和动物体中必需的氨基酸

明,七种沙生植物叶与茎氨基酸含量有较大的差异,氨基酸总含量变动范围为2.30%~11.26%。红柳叶氨基酸含量最高(11.26%),沙地柏茎氨基酸含量最低(2.30%)。已知沙冬青氨基酸总量为14.70%<sup>[15]</sup>,为亚洲中部荒漠珍稀濒危植物中氨基酸含量最高的一种。

本文所研究的七种沙生植物氨基酸具有较高的营养价值。其中均含人体和动物所必需的七种氨基酸(苏氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、缬氨酸、苯丙氨酸、蛋氨酸、赖氨酸)。必需氨基酸的总量顺序(mg · 100 mg<sup>-1</sup>):叶,红柳(5.42) > 沙枣(5.06) > 梭梭(4.77) > 小叶锦鸡儿(4.65) > 柠条锦鸡儿

**Table 2 Determination of amino acids contents in 7 species of desert plants(continued, mg · 100 mg<sup>-1</sup>, n=3)**

项目	小叶锦鸡儿		沙枣		红柳		梭梭	
	叶	茎	叶	茎	叶	茎	叶	茎
苏氨酸*	0.83	0.25	0.69	0.29	0.72	0.58	0.69	0.18
异亮氨酸*	0.75	0.14	0.34	0.19	0.75	0.53	0.51	0.16
亮氨酸*	0.99	0.24	0.84	0.33	0.91	0.79	0.90	0.31
缬氨酸*	0.59	0.21	0.79	0.26	0.84	0.69	0.69	0.20
苯丙氨酸*	0.74	0.20	1.01	0.24	0.79	0.56	0.75	0.21
蛋氨酸*	0.13	0.053	0.89	0.12	0.57	0.25	0.59	0.09
赖氨酸*	0.62	0.28	0.50	0.30	0.84	0.77	0.64	0.28
天门冬氨酸	0.81	0.34	0.89	0.77	0.57	0.47	0.72	0.42
丝氨酸	0.36	0.23	0.36	0.25	0.55	0.39	0.56	0.24
谷氨酸	0.52	0.42	0.68	0.53	0.87	0.71	0.63	0.52
甘氨酸	0.32	0.18	0.45	0.23	0.55	0.31	0.59	0.23
丙氨酸	0.26	0.16	0.38	0.21	0.53	0.36	0.64	0.22
胱氨酸	0.19	0.14	0.29	0.12	0.22	0.14	0.39	0.088
酪氨酸	0.49	0.20	0.38	0.22	0.75	0.49	0.69	0.17
组氨酸	0.19	0.10	0.27	0.12	0.31	0.20	0.59	0.13
精氨酸	0.20	0.13	0.31	0.20	0.68	0.47	0.76	0.32
脯氨酸	1.05	0.55	0.57	0.49	0.81	0.76	0.88	0.47
合计	9.04	3.82	9.64	4.87	11.26	8.47	10.34	4.24

(3.66)、沙棘(2.29) > 沙地柏(2.24); 茎,红柳(4.17) > 柠条锦鸡儿(2.78) > 沙枣(1.73) > 沙棘(1.69) > 梭梭(1.43) > 小叶锦鸡儿(1.37) > 沙地柏(0.99)。

### 3 结 论

本文对内蒙古地区七种沙生植物饲用养分含量及氨基酸进行了测定分析。结果表明,七种沙生植物营养成分和氨基酸含量较丰富,适宜于家畜饲养的要求,是沙区发展草地畜牧业优质的饲草资源。

### 参 考 文 献

- [1] HE Xue-li, ZHAO Li-li, YANG Hong-yu(贺学礼, 赵丽莉, 杨宏宇). Acta Ecologica Sinica(生态学报), 2006, 26(11): 3835.
- [2] WANG Zhi-hui, XIA Xin-li, YIN Wei-lun(王志会, 夏新莉, 尹伟伦). Journal of Northeast Forestry University(东北林业大学学报), 2007, 35(9): 27.
- [3] YAN Zhi-jian, GAO Xue-feng, GAO Tian-ming(闫志坚, 高雪峰, 高天明). Feed Industry(饲料工业), 2007, 28(11): 19.
- [4] LIU Ying, LI Jing-feng, FENG Jin-zhao(刘颖, 李景峰, 冯金朝). Spectroscopy and Spectral Analysis(光谱学与光谱分析), 2007, 27(10): 2114.
- [5] LIU Ying, LI Jing-feng, GA Ri-di, et al(刘颖, 李景峰, 嘎日迪, 等). Spectroscopy and Spectral Analysis(光谱学与光谱分析), 2006, 26(2): 344.
- [6] WU Yong-yao, PENG Zhen-kun, CHEN Jian-ying, et al(吴永尧, 彭振坤, 陈建英, 等). Studies of Trace Elements and Health(微量元素与健康研究), 1999, 16(4): 42.
- [7] LI Zhi-yu, GUO Qing-yuan, TU Xue-wen, et al(李志玉, 郭庆元, 涂学文, 等). Chinese Journal of Oil Crops Science(中国油料作物学报), 1994, 16(1): 41.
- [8] LI Ying-sheng, LI Ya-nan, CHEN Da-qing(李应生, 李亚男, 陈大清). Journal of Hubei Agricultural College(湖北农学院学报), 2003, 23(6): 476.
- [9] Hamilton J W, Beath A. Agronomy Journal, 1963(b), 55: 528.
- [10] Wan H F, Mikkelesen R L, Page A L. Environment Quality, 1988, 17: 269.

- [11] YANG Yue-xin(杨月欣). China Food Composition 2004, Book 2(中国食物成分表 2004, 第 2 册). Beijing: Peking University Medical Press(北京: 北京大学医学出版社), 2005.
- [12] LIU Wei-jun, GU Zhen-lun, ZHOU Wen-xuan, et al(刘卫军, 顾振纶, 周文轩, 等). Chinese Wild Plant Resources(中国野生植物资源), 1997, 16(1): 1.
- [13] TAN Zhong-qi, LIN Yi-ming, XIANG Ping, et al(谭忠奇, 林益明, 向平, 等). Journal of Zhejiang Forestry College(浙江林学院学报), 2003, 20(3): 264.
- [14] LIN Yi-ming, LIN Peng, WANG Tong(林益明, 林鹏, 王通). Chinese Journal of Applied Ecology(应用生态学报), 2000, 11(2): 181.
- [15] XU Guo-ying, PAN Bo-rong, XIE Ming-ling(许国英, 潘伯荣, 谢明玲). Arid Zone Research(干旱区研究), 1994, 11(1): 50.

## Determination of Nutrients in 7 Species of Desert Plants for Raising Livestock in Inner Mongolian

LIU Ying<sup>1,2</sup>, FENG Jin-chao<sup>1</sup>

1. College of Life and Environmental Science, Central University for Nationalities, Beijing 100081, China

2. College of Chemistry and Environmental Science, Inner Mongolia Normal University, Huhhot 010022, China

**Abstract** In order to accumulate the foundational information about the nutrients related to 7 species of desert plants, chemical and instrumental methods for determination were used and quantitative results were obtained as follows (% , in dry mass): calcium 0.73-3.89, phosphorus 0.043-0.34, selenium 0.026-2.8, protein 3.38-13.92, lipid 3.97-15.03, total sugar 14.89-35.78, ash 0.61-14.33, medium washing fiber 26.66-79.72, and acid washing fiber 27.03-69.01. Among the 7 species of desert plants, the total content of amino acid in the leaf and caudex ranges from 2.30% to 11.26%. Apart from *Elaeagnus angustifolia*, the ratios of the calcium and phosphorus both in the leaves and caudexes of the rest 6 kinds of desert plants are higher than those in the leaf powder and caudex powder of clover blossom. The selenium content is greater than the usual amount in plants; the protein content reaches the level of excellent grains; the lipid contents in leaf, caudex and whole plant are higher than those in straws of corn and wheat; the leaves have more total sugar than the caudex and the whole plant, and the high level of ash content exists in the 7 species of desert plants; and the medium washing fiber content in leaf of those plants is lower than that in clover blossom leaf powder, which is opposite to the content in caudex. Except for *Haloxylon ammodendron*, the acid washing fiber content in caudexes is beyond that in the caudex powder of the clover blossom. As is indicated in the data above, the 7 species of desert plants not only do meet the demands of raising livestock, but also are ideal feeding resources for the husbandry development in sandy areas.

**Keywords** Desert plant; Nutrients for raising livestock; Inner Mongolian

(Received Jan. 6, 2008; accepted Mar. 16, 2008)

\* Corresponding author