

# 内蒙古阿拉善左旗六种常见沙生植物的营养成分与氨基酸组成分析

王兴蕾<sup>1</sup>, 梁飘飘<sup>1</sup>, 赵敏杰<sup>1</sup>, 冯金朝<sup>1</sup>, 刘颖<sup>1, 2\*</sup>

1. 中央民族大学生命与环境科学学院, 北京 100081

2. 中央民族大学北京市食品环境与健康工程技术研究中心, 北京 100081

**摘要** 沙生植物资源量大、生长快、占地面积广,是改善环境和治理荒漠化的主要植物,但其饲用价值没有得到充分利用。目前由于畜牧业的规模化、集约化发展,出现牧草匮乏,商品牧草供应量严重不足,导致畜草矛盾日益增加。沙生植物平茬收获,充分挖掘沙生植物的潜在饲用价值,开发、生产非常规饲料,对推动我国荒漠、半荒漠地区的畜牧业发展和生态修复至关重要。选择内蒙古阿拉善左旗珍珠猪毛菜(简称珍珠)、红砂、油蒿、骆驼刺、柠条锦鸡儿(简称柠条)和沙米六种常见沙生植物为研究对象,利用光谱学方法测定样品中粗蛋白(CP)、粗脂肪(EE)、粗纤维(CF)、钾(K)、钠(Na)和钙(Ca)等14种营养成分和亮氨酸(Leu)、赖氨酸(Lys)、蛋氨酸(Met)、胱氨酸(Cys)、苏氨酸(Thr)等17种氨基酸含量,并与四种常规饲料(优质玉米、NT-2级稻谷、GB-2级大豆和GB-3级苜蓿草粉)进行比较,获得沙生植物营养价值和潜在饲用价值的评价结果。结果表明:(1)六种沙生植物的CP含量、EE含量和矿物元素含量均处于较高水平,CF含量高于泌乳母牛日粮中CF占日粮干物质的13%,等同于或优于以上四种常规饲料。(2)该研究中氨基酸含量和氨基酸化学评分(CS)的结果为:六种沙生植物都含有17种氨基酸,且组成较为均衡。其中油蒿、骆驼刺、柠条和沙米中的必需氨基酸含量及营养价值均高于优质玉米和NT-2级稻谷。Leu和Lys分别是3种沙生植物红砂、骆驼刺、柠条和珍珠、优质玉米、NT-2级稻谷的第一限制氨基酸,而Thr和Met+Cys分别是油蒿和沙米、GB-2级大豆、GB-3级苜蓿草粉的第一限制氨基酸。(3)主成分分析结果表明,珍珠、柠条和沙米的营养价值高于常规饲料GB-3级苜蓿草粉,且六种沙生植物的营养价值均高于优质玉米和NY-2级稻谷。综上所述,研究区常见的六种沙生植物不仅具有生长快、地上生物量大和耐刈割等特点,更具有较大的饲用开发潜力,是荒漠、半荒漠地区良好的饲料来源,研究结果为指导饲料氨基酸的平衡和合成氨基酸提供可信的实验依据和理论依据。

**关键词** 内蒙古阿拉善左旗;沙生植物;营养成分;氨基酸组成;饲用价值

**中图分类号:** O657.3 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3964/j.issn.1000-0593(2019)01-0204-06

## 引言

近年来,随着荒漠化治理工作的快速推进,沙生植物已成为人工、半人工植被的优势种<sup>[1]</sup>。在内蒙古阿拉善左旗,广泛分布着珍珠猪毛菜(*Salsola passerina* Bunge, 简称珍珠)、红砂[*Reaumuria songarica* (Pall.) Maxim. ]、油蒿(*Artemisia ordosica* Krasch.)、骆驼刺(*Alhagi sparsifolia* Shap.)、柠条锦鸡儿(*Caragana korshinskii* Kom., 简称柠

条)和沙米[*Agriophyllum squarrosum* (L.) Moq.]等沙生植物,它们不仅具有耐旱、抗寒、抗高温和耐贫瘠等抗逆特性,可以保持水土、恢复生态系统功能、维持生态平衡,而且其地上生物量大,可以平茬收获,是一种具有巨大开发潜力的饲料资源。目前,我国很多草原破坏严重,产草量下降,商品牧草的供应量严重不足,进口量逐年迅猛增加<sup>[2]</sup>。因此,充分挖掘沙生植物的饲用价值,对我国荒漠、半荒漠地区的畜牧业发展至关重要。

近年来,国内外学者对沙生植物的研究多集中在其适应

**收稿日期:** 2018-06-29, **修订日期:** 2018-10-16

**基金项目:** 国家自然科学基金项目(21177163),高等学校学科创新引智计划项目(B08044),中央民族大学建设世界一流大学(学科)和特色发展引导专项资金项目(2018,10301-018004032001),中央高校建设世界一流大学(学科)和特色发展引导专项资金项目(2018, Ph. D, No: 181062),中央民族大学本科生创新训练计划(GCCX2017110036)资助

**作者简介:** 王兴蕾,1990年生,中央民族大学生命与环境科学学院博士研究生 e-mail: wangxinglei412@163.com

\* 通讯联系人 e-mail: liuying4300@163.com

性、抗逆性和生态效益等方面<sup>[3-5]</sup>,而对于如何合理地开发利用其潜在的饲用价值(包括营养成分和氨基酸组成等)和解决家畜禁牧舍饲牧草匮乏,增加饲料来源、缓解畜草矛盾均具有非常重要的意义,但仍处于探索阶段。本研究拟采用光谱学方法对内蒙古阿拉善左旗荒漠、半荒漠地区珍珠、红砂、油蒿、骆驼刺、柠条和沙米六种常见沙生植物的营养成分与氨基酸组成进行测定分析,探讨其作为非常规饲料的潜在饲用价值,为广范开辟饲料资源提供依据和实验数据。

## 1 实验部分

### 1.1 仪器与试剂

AA-6650 原子吸收分光光度计(日本岛津公司),日立 835-50 型氨基酸分析仪(日本日立公司),Spectrumlab 22pc 型可见分光光度计(上海棱光技术有限公司)。柠檬酸钠缓冲液和茚三铜等试剂。所用试剂均为分析纯,实验用水为超纯水。

### 1.2 方法

选取内蒙古阿拉善左旗为研究区域,采集珍珠、红砂、油蒿、骆驼刺、柠条和沙米等六种沙生植物作为研究对象。样品中的粗蛋白(CP)、粗脂肪(EE)、粗纤维(CF)、灰分(ASH)、钾(K)、钠(Na)、钙(Ca)、镁(Mg)、磷(P)、铜(Cu)、铁(Fe)、锰(Mn)、锌(Zn)和硒(Se)等 14 种营养成分和异亮氨酸(Ile)、亮氨酸(Leu)、赖氨酸(Lys)、蛋氨酸(Met)、苯丙氨酸(Phe)、苏氨酸(Thr)、缬氨酸(Val)、丙氨酸(Ala)、精氨酸(Arg)、胱氨酸(Cys)、组氨酸(His)、酪氨酸(Tyr)、天冬氨酸(Asp)、谷氨酸(Glu)、甘氨酸(Gly)、脯氨酸(Pro)和丝氨酸(Ser)等 17 种氨基酸含量测定均送由具

有自治区质量技术监督局计量认证和食品检验计量认证资质的内蒙古农牧渔业生物实验研究中心进行测定。

利用 Microsoft Excel 2013, SPSS 19.0 和 Origin 8.0 软件分别进行数据处理、主成分分析和绘图。

## 2 结果与讨论

### 2.1 六种沙生植物营养成分分析

粗蛋白 CP 对动物生长、发育、繁殖及各种器官的修补都是必需的,是生命活动的基础养分,其他养分不能替代。例如,肉羊日粮中如果 CP 含量不足,就会导致羊的健康、生长、发育、繁殖、生产水平及产品品质受到不同程度的影响,严重时还会使羊发生贫血、瘦弱和抗逆能力减退,甚至发病和死亡<sup>[6]</sup>。粗纤维 EE 用以维持反刍动物的体温和供给体内各器官运动需要的能量,若日粮中缺乏 EE,则影响脂溶性维生素 A、维生素 D、维生素 E 和维生素 K 的吸收和利用。粗纤维 CF 为反刍动物提供能量、控制采食量、维护正常的生产性能和促进胃肠道的消化吸收。根据文献报道,泌乳母牛日粮中 CF 应占日粮干物质的 17% 为最宜,不能低于 13%<sup>[7]</sup>。本文六种沙生植物及四种常规饲料的营养成分含量见表 1。从表中可以看出 CP 含量大小顺序为(%) : 沙米(16.1) > 骆驼刺(14.2) > 柠条(10.6) > 油蒿(9.2) > 珍珠(8.1) > 红砂(7.4),含量最高的为沙米,最低的为红砂。与常规饲料的 CP 含量(%) 相比较,沙米高于玉米(9.4)、稻谷(7.8)和苜蓿草粉(14.3),而低于大豆(35.5)。除了红砂略低于稻谷外,其他五种沙生植物 CP 含量均高于稻谷。EE 含量由大到小顺序为(%) : 油蒿(7.7) > 红砂(4.6) = 柠条(4.6) = 沙米(4.6) > 珍珠(4.4) > 骆驼刺(3.5),六种沙生植物的

表 1 本研究六种沙生植物与四种常规饲料营养成分含量比较

Table 1 Comparison of nutrient composition contents between 6 kinds of psammophytes in this study and 4 kinds of conventional feeds

营养成分 含量	沙生植物						常规饲料 <sup>a</sup>			
	珍珠	红砂	油蒿	骆驼刺	柠条	沙米	优质 玉米	NY-2 级 稻谷	GB-2 级 大豆	GB-3 级 苜蓿草粉
CP/%	8.1	7.4	9.2	14.2	10.6	16.1	9.4	7.8	35.5	14.3
EE/%	4.4	4.6	7.7	3.5	4.6	4.6	3.1	1.6	17.3	2.1
CF/%	28.9	41.1	57.8	34.5	46.3	24.5	1.2	8.2	4.3	29.8
ASH/%	22.0	10.1	7.3	9.0	6.1	20.4	1.2	63.8	4.2	10.1
K/%	0.53	0.29	2.44	0.73	0.68	4.25	0.29	0.34	1.70	2.22
Na/%	0.62	0.25	0.02	0.28	0.01	0.02	0.01	0.04	0.02	0.11
Ca/%	1.23	0.63	0.72	0.97	1.30	3.27	0.09	0.03	0.27	1.34
Mg/%	0.59	0.40	0.26	0.33	0.25	0.86	0.11	0.07	0.28	0.36
P/%	0.05	0.06	0.07	0.13	0.09	0.24	0.22	0.36	0.48	0.19
Mn/(mg · kg <sup>-1</sup> )	65.1	35.8	32.5	24.4	37.6	46.3	5.8	20.0	21.5	33.2
Zn/(mg · kg <sup>-1</sup> )	19.9	25.0	8.8	11.3	10.9	32.7	21.1	8.0	40.7	22.6
Fe/(mg · kg <sup>-1</sup> )	2475	961	386	311	1 263	1 756	36	40	111	437
Cu/(mg · kg <sup>-1</sup> )	14.5	8.9	9.7	4.4	9.2	9.5	3.4	3.5	18.1	9.1
Se/(mg · kg <sup>-1</sup> )	0.08	0.07	0.05	0.14	0.06	0.05	0.04	0.04	0.06	0.48

注: <sup>a</sup>数据来自于中国饲料数据库(<http://www.chinafeeddata.org.cn>)

Note: <sup>a</sup>The date is provided by China feed-database information network centre(<http://www.chinafeeddata.org.cn>)

EE 含量均高于玉米 (3.1%)、稻谷 (1.6%) 和苜蓿草粉 (2.1%)。CF 含量范围为 24.5%~57.8%，最高的为油蒿，最低的为沙米。六种沙生植物的 CF 含量均大于 13%，优于常规饲料玉米、稻谷和大豆。

必需矿物元素在动物体内发挥着不同的作用。K 和 Na 等元素具有重要的电化学和生理功能，参与维持体内酸碱平衡、生物膜的通透性和水的渗透压调节；Ca 和 P 是骨骼的必需成分；Mg 有催化、电学及参与结构组成等功能；Zn 对转录过程有重要影响；Fe 是血红素的重要成分，是呼吸链中许多重要细胞色素的必需成分，但矿物元素过量 and 缺乏都会引起动物的中毒甚至死亡。从表 1 可以看出，K 在沙米中的含量最高 (4.25%)，其次是油蒿 (2.44%)。Na 含量最高的为珍珠 (0.62%)。Ca、P 和 Mg 在沙生植物中的含量范围分别是 0.63~3.27%，0.05~0.24% 和 0.25~0.86%，它们在沙米中的含量表现为最高 (3.7%，0.24% 和 0.86%)，六种沙生植物的 Ca 和 Mg 含量均高于常规饲料玉米和稻谷，但 P 的含量较为缺乏，而 Zn 的含量 (8.8~25.0%) 高于稻谷 (8.0%)，且 Zn 在沙米中的含量最高，其次为红砂。Fe 在沙生植物中的含量范围为 311~2 475 mg·kg<sup>-1</sup>，明显高于常规饲料中的含量。Cu 和 Se 在沙生植物中的含量范围分别为 4.4~14.5 和 0.05~0.14 mg·kg<sup>-1</sup>。其中 Se 的含量较为缺乏。本研究结果表明，六种沙生植物营养成分除 P 和 Se 的含量较为缺乏外，其余 12 种营养成分含量均较高，且未超出肉牛饲养标准 (NY/T 815—2004) 中营养成分最大耐受浓度，

表现出具有较好的潜在饲用价值，尤其是沙米更为突出，在喂养动物时可以用这些沙生植物搭配 P 和 Se 含量高的饲料加以平衡，更经济实用。

## 2.2 六种沙生植物氨基酸组成分析

氨基酸中 Ile 参与胸腺、脾脏和脑下腺的调节以及代谢；Lys 促进大脑发育，是肝及胆的组成成分，能促进脂肪代谢，调节松果腺、乳腺、黄体及卵巢，防止细胞退化；Phe 参与消除肾及膀胱功能的损耗；Val 作用于黄体、乳腺及卵巢；Met 参与血红蛋白、组织和血清的组成，促进脾脏、胰脏及淋巴的功能；Thr 有转变某些氨基酸达到平衡的功能。六种沙生植物与四种常规饲料中的氨基酸组成见表 2。结果表明，各物质中必需氨基酸总量由大到小的顺序为 (%)：大豆 (11.09) > 沙米 (4.45) > 苜蓿草粉 (3.98) > 骆驼刺 (3.68) > 柠条 (3.61) > 油蒿 (2.99) > 玉米 (2.88) > 稻谷 (2.50) > 红砂 (1.90) > 珍珠 (1.88)。其中，油蒿、骆驼刺、柠条和沙米四种沙生植物的必需氨基酸含量均高于常规饲料玉米和稻谷。沙米中除了 Met 和 Thr，其他必需氨基酸的含量均最高、且组成较为均衡，优于常规饲料玉米、稻谷和苜蓿草粉。Met 和 Thr 含量最高的为柠条 (0.27% 和 0.66%)。由此可知，油蒿、骆驼刺、柠条和沙米 4 种沙生植物是反刍动物比较好的非常规饲料来源，珍珠和红砂可搭配必需氨基酸含量较高的饲料，既可以平衡氨基酸含量以供动物充分吸收利用，又能达到节省常规饲料的目的。

表 2 本研究六种沙生植物与四种常规饲料中氨基酸组成比较 (%)

Table 2 Comparison of amino acid compositions between 6 kinds of psammophytes in this study and 4 kinds of conventional feeds (%)

氨基酸组成	沙生植物						常规饲料 <sup>a</sup>				
	珍珠	红砂	油蒿	骆驼刺	柠条	沙米	优质玉米	NY-2 级稻谷	GB-2 级大豆	GB-3 级苜蓿草粉	
必需氨基酸	Ile	0.23	0.24	0.37	0.45	0.40	0.67	0.26	0.32	1.28	0.58
	Leu	0.37	0.35	0.61	0.71	0.63	0.92	1.03	0.58	2.72	1.00
	Lys	0.27	0.29	0.52	0.68	0.64	0.78	0.26	0.29	2.20	0.60
	Met	0.18	0.20	0.23	0.26	0.27	0.24	0.19	0.19	0.56	0.18
	Phe	0.29	0.25	0.45	0.54	0.45	0.69	0.43	0.40	1.42	0.59
	Thr	0.21	0.22	0.31	0.42	0.66	0.45	0.31	0.25	1.41	0.45
	Val	0.33	0.35	0.50	0.62	0.57	0.71	0.40	0.47	1.50	0.58
	小计	1.88	1.90	2.99	3.68	3.61	4.45	2.88	2.50	11.09	3.98
非必需氨基酸	Arg	0.14	0.36	0.36	0.47	0.33	0.61	0.38	0.57	2.57	0.61
	Cys	0.19	0.21	0.21	0.22	0.29	0.21	0.22	0.16	0.70	0.15
	His	0.09	0.13	0.17	0.22	0.21	0.31	0.23	0.15	0.59	0.19
	Tyr	0.13	0.19	0.24	0.35	0.39	0.46	0.34	0.37	0.64	0.58
	Asp	0.46	0.35	0.98	0.84	0.98	1.03	—	—	—	—
	Glu	0.51	0.53	0.86	1.37	0.88	2.52	—	—	—	—
	Gly	0.36	0.51	0.40	0.51	0.44	0.60	—	—	—	—
	Pro	0.25	0.49	0.61	1.90	0.81	0.44	—	—	—	—
Ser	0.17	0.25	0.24	0.40	0.45	0.43	—	—	—	—	
小计	2.15	2.83	3.84	5.94	4.37	6.14	—	—	—	—	

注：<sup>a</sup>数据来自于中国饲料数据库 (<http://www.chinafeeddata.org.cn>)

Note: <sup>a</sup> The data is provided by China feed-database information network centre (<http://www.chinafeeddata.org.cn>)

通常蛋白质的营养价值用氨基酸化学评分(CS)来评估,以卵蛋白作为标准蛋白,待评价样品中必需氨基酸含量与标准蛋白必需氨基酸含量的比值为CS,由于Cys和Tyr不能在动物体内合成,所以归入必需氨基酸之列,所有必需氨基酸中CS最低的即为第一限制氨基酸<sup>[6]</sup>,它会严重影响机体对蛋白质的利用,并且决定蛋白质的质量。从表3可以看出,六种沙生植物和四种常规饲料CS值由大到小依次是(%) :大豆(164.58) > 沙米(66.08) > 苜蓿草粉(58.80) > 柠条(56.06) > 骆驼刺(55.04) > 油蒿(44.47) > 玉米(41.12) > 稻

谷(36.89) > 红砂(28.90) > 珍珠(28.16)。由此可见,沙米、柠条、骆驼刺和油蒿四种沙生植物的CS均优于常规饲料玉米和稻谷,具备了良好的营养价值和饲用来源。结果还表明,Leu与Lys分别是三种沙生植物红砂、骆驼刺和柠条与珍珠、优质玉米和NT-2级稻谷的第一限制氨基酸,Thr和Met+Cys分别是油蒿和沙米、GB-2级大豆及GB-3级苜蓿草粉的第一限制氨基酸。研究结果对指导饲料中氨基酸的合理平衡配制及氨基酸混合物的合成提供可信的实验数据,具有重要的现实意义。

表 3 本文六种沙生植物与四种常规饲料必需氨基酸组成的化学评分(%)  
Table 3 The essential amino acid composition CS score of 6 kinds of psammophytes in this study and 4 kinds of conventional feeds(%)

必需氨基酸组成	沙生植物						常规饲料			
	珍珠	红砂	油蒿	骆驼刺	柠条	沙米	优质玉米	NY-2级稻谷	GB-2级大豆	GB-3级苜蓿草粉
Ile	4.26	4.37	6.83	8.30	7.48	12.39	4.81	5.93	23.70	10.74
Leu	4.28	4.01	7.10	8.29	7.29	10.67	11.98	6.74	31.63	11.63
Lys	3.83	4.19	7.36	9.64	9.13	11.16	3.71	4.14	31.43	8.57
Met+Cys	6.47	7.18	7.81	8.46	9.82	7.82	7.19	6.14	22.11	5.79
Phe+Tyr	4.48	4.75	7.42	9.60	8.99	12.32	8.28	8.28	22.15	12.58
Thr	4.43	4.74	6.64	9.02	14.06	9.57	6.60	5.32	30.00	9.57
Val	5.05	5.32	7.62	9.39	8.58	10.73	6.06	7.12	22.73	8.79
总计	28.16	28.90	44.47	55.04	56.06	66.08	41.12	36.89	164.58	58.80

2.3 六种沙生植物潜在饲用价值分析

采用主成分分析法对六种沙生植物与四种常规饲料中的营养成分和氨基酸含量进行分析,获得沙生植物潜在饲用价值的排序,结果如图1所示。从图中看出,三个主成分的累积方差贡献率为85.16%,能够较好地反映原始数据信息。氨基酸多集中于第一和第四象限,与常规饲料大豆和沙米存在相关性。主成分得分结果为:大豆(1.89) > 沙米(0.36) > 珍珠(-0.09) > 柠条(-0.11) > 苜蓿草粉(-0.16) > 骆驼刺(-0.23) > 油蒿(-0.26) > 红砂(-0.30) > 玉米(-0.50)

> 稻谷(-0.61)。其中三种沙生植物沙米、珍珠和柠条的营养价值高于苜蓿草粉,而另外三种沙生植物骆驼刺、油蒿和红砂的营养价值高于常规饲料玉米和稻谷,但低于苜蓿草粉。与已有报道指出的柠条和珍珠具有良好的饲用价值,在草地休牧和禁牧期可作为日粮短期饲喂绒山羊的研究结果相一致。研究发现,沙米含有丰富的矿物元素,氨基酸种类齐全,其营养价值相对较高,与文献<sup>[8]</sup>报道较为一致。由此可知,研究区常见六种沙生植物具有良好的营养价值,可以考虑作为动物的饲料来源。

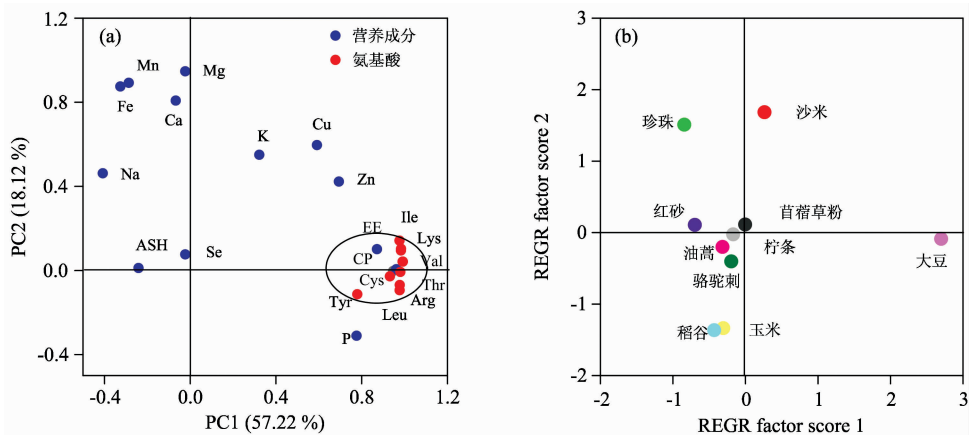


图 1 六种沙生植物与四种常规饲料的主成分分析载荷图(a)与得分图(b)  
Fig. 1 Loading (a) and score plots (b) from PCA for 6 kinds of psammophytes and 4 kinds of conventional feeds

### 3 结 论

(1)内蒙古阿拉善左旗珍珠、红砂、油蒿、骆驼刺、柠条和沙米六种沙生植物的 CP 含量、EE 含量和八种矿物元素含量(除 Cu 和 Se)均处于较高水平, CF 含量高于泌乳母牛日粮中 CF 占日粮干物质的 13%, 等同或优于四种常规饲料优质玉米、NT-2 级稻谷、GB-2 级大豆和 GB-3 级苜蓿草粉。

(2)17 种氨基酸含量结果表明, 六种沙生植物中氨基酸组成较为均衡。其中油蒿、骆驼刺、柠条和沙米四种沙生植物的必需氨基酸含量均高于常规饲料优质玉米和 NT-2 级稻

谷。

(3)主成分分析结果表明, 六种沙生植物的营养价值均高于两种常规饲料优质玉米和 NY-2 级稻谷。其中珍珠、柠条和沙米三种沙生植物的营养价值还高于 GB-3 级苜蓿草粉。

(4)研究区常见的六种沙生植物不仅具有生长快、地上生物量大及耐刈割等特点, 更具有较大的饲用开发潜力, 可以作为荒漠、半荒漠地区良好的饲料来源。

**致谢:**衷心地感谢中央民族大学生命与环境科学学院冯金朝教授的其他研究生为本文提供沙生植物样品过程中的大力帮助。

### References

- [ 1 ] HAN Jin-tao, LI Su-qing, ZHAO De-huai, et al(韩锦涛, 李素清, 赵德怀, 等). Journal of Arid Land Resources and Environment(干旱区资源与环境), 2016, 30(12): 164.
- [ 2 ] WU Duan-qin, WANG Hao-wei, HOU Zhen-ping, et al(吴端钦, 王郝为, 侯振平, 等). Pratacultural Science(草业科学), 2017, 34(6): 1332.
- [ 3 ] Al-Saleem M S, Awaad A S, Alothman M R, et al. Saudi Pharmaceutical Journal, 2018, 26(2): 198.
- [ 4 ] Elmeligy R M, Awaad A S, Soliman G A, et al. Saudi Pharmaceutical Journal, 2017, 25(3): 387.
- [ 5 ] Martirosyan V, Steinberger Y. Journal of Arid Environments, 2014, 107(7): 26.
- [ 6 ] McDonald P, Edwards R A, Greenhalgh J F D, et al. Animal Nutrition(sixth edition)(动物营养学(第六版)). Translated by WANG Jiu-feng, LI Tong-zhou(王九峰, 李同洲, 译). Beijing: China Agricultural University Press(北京: 中国农业大学出版社), 2007.
- [ 7 ] FENG Yang-lian, LU Zhi-nian(冯仰廉, 陆治年). Nutritional Needs and Feed Ingredients of Dairy Cows(奶牛营养需要和饲料成分). Beijing: China Agricultural University Press(北京: 中国农业大学出版社), 2007.
- [ 8 ] REN Wen-ming, LIU Xue-feng, NI Chun-mei(任文明, 刘雪峰, 倪春梅). Journal of Inner Mongolia Agricultural University(内蒙古农业大学学报), 2005, 26(2): 88.

## Analysis of Nutritional Compositions and Amino Acid Compositions of 6 Common Psammophytes in Alxa Left Banner, Inner Mongolia

WANG Xing-lei<sup>1</sup>, LIANG Piao-piao<sup>1</sup>, ZHAO Min-jie<sup>1</sup>, FENG Jin-chao<sup>1</sup>, LIU Ying<sup>1, 2\*</sup>

1. College of Life and Environmental Sciences, Minzu University of China, Beijing 100081, China

2. Beijing Engineering Research Center of Food Environment and Public Health, Minzu University of China, Beijing 100081, China

**Abstract** Psammophytes are the main plants for improving the environmental quality and controlling desertification because of its large resource quantity, rapid growth and wide planting area, but their feeding value has not been fully utilized. At present, due to large-scale and intensive development of animal husbandry, there is a lack of pasture, and the supply of commercial pasture is seriously insufficient, resulting in an ever-increasing contradiction between livestock and pasture. Because of the stubble harvest of the psammophytes, it is crucially important to fully explore its potential feeding value, develop and produce the unconventional feeds and promote the development of animal husbandry and ecological restoration in desert and semi-desert areas of China. In this study, 14 kinds of nutrients (such as crude protein (CP), ether extract (EE), crude fiber (CF), K, Na and Ca, et al.) and 17 kinds of amino acids (such as leucine (Leu), lysine (Lys), methionine (Met), cystine (Cys) and threonine (Thr), et al.) in 6 kinds of common psammophytes (*Salsola passerina*, *Reaumuria songarica*, *Artemisia ordosica*, *Alhagi sparsifolia*, *Caragana korshinskii* and *Agriophyllum squarrosum*), which were collected from Alxa Left Banner, Inner Mongolia, were analyzed by using the spectroscopy technology. Compared with 4 kinds of conventional feeds (high-quality corn grain, NT-2 paddy, GB-2 soybean and GB-3 alfalfa meal), the contents of nutrients and amino acids and evaluation of the nutritional and potential feed values of 6 kinds of psammophytes were obtained. The results showed that: (1) The CP, EE and mineral ele-

ment contents of the 6 kinds of psammophytes were all at a relatively higher level, and the CF contents in psammophytes were higher than 13% of dry matter in the diet of lactating cows, equivalent to or better than the above 4 kinds of conventional feeds. (2) 6 kinds of psammophytes in this study, contained 17 kinds of amino acids, and the composition was more balanced based on the results of amino acid chemical score (CS). The essential amino acid contents and nutritional values of *Artemisia ordosica*, *Alhagi sparsifolia*, *Caragana korshinskii* and *Agriophyllum squarrosum* were higher than those of high-quality corn grain and NT-2 paddy. Leu and Lys were the first limiting amino acids of the *Reaumuria songarica*, *Alhagi sparsifolia*, *Caragana korshinskii* and *Salsola passerina*, high-quality corn grain, NT-2 paddy, respectively, while Thr and Met+Cys were the first limiting amino acids of *Artemisia ordosica* and *Agriophyllum squarrosum*, GB-2 soybean, GB-3 alfalfa meal, respectively. The results of this study will provide a reliable experimental and theoretical basis for guiding the balance of amino acids in feed and synthesizing amino acids. (3) The results of principal component analysis showed that the nutritional values of *Salsola passerina*, *Caragana korshinskii* and *Agriophyllum squarrosum* were higher than that in conventional feed (GB-3 alfalfa meal), and the nutritional values of the 6 kinds of psammophytes were higher than that of high-quality corn grain and NY-2 paddy. In conclusion, the 6 kinds of psammophytes in this study not only had the characteristics of rapid growth, large above-ground biomass and resistance to mow, but also greater developing potential for forage, which can serve as a good source of feed for desert and semi-desert areas. The results provided a reliable experimental data and theoretical basis for the guidance of amino acid balance and amino acid synthesis.

**Keywords** Inner Mongolia Alxa Left Banner; Psammophytes; Nutritional composition; Amino acid composition; Feeding value

(Received Jun. 29, 2018; accepted Oct. 16, 2018)

\* Corresponding author