

小兴安岭地区原麝冬季食性研究

吴建平¹ 单继红^{1,2} 李言阔^{1,3}

(1 东北林业大学野生动物资源学院, 哈尔滨 150040)

(2 江西省林业科学院, 南昌 330032) (3 中国科学院动物研究所, 北京 100080)

摘要: 2004年2~3月和2004年11月至2005年1月在黑龙江省通河县龙口林场, 对原麝冬季的食性进行了研究。采用粪便显微组织学分析技术分析原麝冬季采食植物的种类组成和比例, 并测定了主要取食的9种木本植物及苔藓和蕨类植物的营养成分。研究表明, 原麝冬季取食的植物共计46科66种, 其中兴安杜鹃、光萼溲疏、五角槭、羊胡子苔草分别占32.7%、7.8%、5.81%、5.56%, 是原麝冬季主要取食的植物种类, 占取食植物的51.9%。木本植物枝叶是原麝冬季的主要食物, 在冬季食物组成中所占百分比最高, 达75.0%。对草本植物、蕨类、苔藓、地衣的取食量均较小。冬季原麝比较喜欢采食蛋白含量高的植物, 采食部位主要为植物木质化较低的当年枝顶端部分。藓类主要出现在1~3月份的食物中。

关键词: 原麝; 食性; 显微组织学分析; 营养质量

中图分类号: Q958.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-1050(2007)01-0058-06

Winter diet of Siberian musk deer in the Lesser Xingan Mountains

WU Jianping¹, SHAN Jihong^{1,2}, LI Yankuo^{1,3}

(1 College of Wildlife Resources, Northeast Forestry University, Harbin 150040, China)

(2 Jiangxi Academy of forestry, Nanchang 330032, China)

(3 Institute of Zoology, the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China)

Abstract: We studied winter diets of Siberian musk deer (*Moschus moschiferus*) in Tonghe Forestry Bureau, Heilongjiang Province during February, March and November, 2004 and January 2005. Fecal components and their relative proportions were quantified by micro-morphological observation and direct field investigation. Nutrient content of 9 species of woody plant, moss, fern, and lichen was analyzed. Winter diets of musk deer included 66 plant species of 46 families. *Rhododendron dauricum* (32.7%), *Deutzia glabata* (7.8%), *Acer mono* (5.8%), and *Carex callitrichos* (5.6%) were the main components in winter diets, occupying 51.9% of all plants used. Twigs and leaves of woody plants constituted 75.0% of total quantity of forage, with the remainder consisting of herbs, ferns, mosses, and lichens.

Key words: Diet; Micro-histological analysis; Nutritional quality; Siberian Musk deer (*Moschus moschiferus*)

原麝 (*Moschus moschiferus*), 属偶蹄目、麝科, 为国家 I 级重点保护动物。由于原麝能分泌麝香使其一直遭到人类的大肆捕杀。近年来, 随着适宜生境的不断减少和生境的日益破碎化, 加之人类的乱捕滥猎, 野生原麝的种群数量锐减, 濒于灭绝, 被列入 CITES 附录 II, IUCN 红皮书将其列入濒危等级。

食性研究既是进行动物营养学研究的第一步, 也是从营养学的角度探讨动物取食策略、生境适应机制的基础。同时, 动物的种群动态、行为、生理等均有赖于食性研究。在实践中, 确定动物的食性也是进行种群科学管理的前提。

在原麝食性研究方面, 仅有郝映红等 (1994) 对山西庞泉沟自然保护区的原麝做过报道。为此作者 2004 年 2~3 月和 2004 年 11 月至 2005 年 1 月在小兴安岭通河林区对原麝进行了调查, 并采集了原麝的粪便样本和植物标本, 利用显微组织学分析技术对原麝的食性进行了实验室分析。以期弄清小兴安岭原麝冬季的食物组成, 为原麝的保护管理和种群恢复提供理论基础。

1 自然概况

研究地选在小兴安岭南麓的黑龙江省通河县龙口林场, 地理坐标为东经 128°45'~129°09', 北纬

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (30370220)

作者简介: 吴建平 (1954-), 男, 教授; 主要从事保护生物学及鸟兽生物学研究. E-mail: wujianping_nef@163.com

收稿日期: 2005-12-16; 修回日期: 2006-07-25

46°02' ~ 46°12'。林场地势较为平缓，海拔高度多在 200 ~ 500 m 之间，山的中下部较缓，坡度在 15° ~ 20°左右；山顶坡度较大，可达 40°以上；最高海拔 802.9 m，最低海拔为 126.3 m；年均温 2.4℃。年均降水量 610 mm，主要集中在 6、7、8 月，占全年降水量 66% 左右；无 期仅 110 130 d；最大积雪 度是 38 cm。

在小兴安岭原麝主要栖息在针阔混交林，该区地带性植被是红松 (*Pinus koraiensis*) 为主的针阔混交林。针叶树种主要有红松、鱼鳞云杉 (*Picea jezoensis*)；阔叶树种主要有桦 (*Betula* spp.)、杨 (*Populus* spp.)、蒙古栎 (*Quercus mongolica*) 和五角槭 (*Acer mono*)。灌丛主要有兴安杜鹃 (*Rhododendron dauricum*)、溲疏 (*Deutzia* spp.)、珍珠梅 (*Sorbaria sorbifolia*)、榛子 (*Corylus heterophylla*) 和胡枝子 (*Lespedeza bicolor*)；草本植物主要有羊胡子苔草 (*Carex callitrichos*)、毛缘苔草 (*Carex pilosa*) 等。

2 研究方法

2.1 野外食痕调查和研究样本的采集

我们观察发现原麝的活动规律性较强，觅食场地比较固定。冬季野外调查时，根据雪地痕迹寻找确认原麝新鲜足迹链和粪便，沿足迹链前行，根据新鲜食痕记录两旁被原麝取食的植物种类、部位和长度、植物株数并采样。根据采食痕迹，记录取食点地形和海拔高度，在附近设立 30 m × 30 m 的样方，记录样方内植物群落的物种组成，并记录优势物种。对于现场难以确定的植物种类采回标本进行鉴定。

把采集的原麝粪便样本，用吸水性较好的纸袋包好放入粪便收集盒内，并标明采样日期、地点及生境，冷冻保存备用。本研究共采集原麝粪便 84 堆（其中 2004 年 2 月采集 23 堆，2004 年 3 月采集 22 堆，2004 年 11 月采集 19 堆，2004 年 12 月采集 9 堆，2005 年 1 月采集 11 堆）。在原麝分布区域内模拟原麝的啃食部位，根据原麝的采食高度，从地面至采食的最高高度，剪取取食地点上所有的植物种类作为参照植物样本，将采集的样本装于大信封内带回实验室鉴定、分析。

2.2 粪便显微组织学分析

采样范围选择在 1、7、8、9、10、11、13、17 八个林班，每个林班设为一个样地，将每个样地采集的粪样混合，取 30 粒作为一个单独的分析

样本。

将粪便样本在 60 ~ 70℃ 烘箱中烘干 24 h，用筛孔为 1 mm 的植物粉碎机粉碎。粉碎后的样本在 100 目（空径为 0.15 mm）分样筛中进行筛选（取筛上样）。取少量筛选后的样品于小烧杯中，加 5 ~ 10 ml 解离液（10% HNO₃ 和 10% H₂CrO₄ 的 1:1 混合液），在电炉上直接加热 1 ~ 2 min，用镊子夹取少量上悬浮物置于滴有水的载玻片上制片，每个分析样本制 15 张片（高中信等，1995）。植物样品处理方式同粪样，但消化时间稍长，一般 3 ~ 4 min。

镜检采用频率转换法（Norbury，1988；高中信等，1991），粪样显微片在 100 倍显微镜下镜检，每张显微片选取 15 个视野，记录出现的可辨认的植物表皮角质碎片。为避免重复，两视野间留一个视野范围不做记录，求得每种植物可辨认的表皮角质碎片的出现频率，采用 Sparks and Malechek（1968）方法估计每种植物在原麝食物中实际所占比例。

2.3 食物成分测定

将植物样本在 70℃ 下烘制成半干样，称重后再置于 105℃ 烘箱内烘干至恒重，计算半干样的水分含量。用凯氏半微量定氮法测定样品中的粗蛋白（crude protein，CP）含量，残余法测定粗脂肪（ether extract，EE）含量，Van Soest 法测定粗纤维（crude fiber，CF）含量，灼烧残余法测定粗灰分（crude ash，CA），滴定法测定 Ca 含量，氧弹式热量计测得总能值（gross energy，GE），无氮浸出物（nitrogen-free extract，NFE）值根据测得其它成分结果由下式得之：

$$\text{饲料样品中的无氮浸出物}(\%) = 100\% - (\text{水分}\% + \text{粗蛋白质}\% + \text{粗脂肪}\% + \text{粗纤维}\% + \text{粗灰分}\%)$$

取食植物营养可贡献量根据（陈化鹏和萧前柱，1989）方法得之。

3 结果

3.1 原麝冬季食物组成

在野外调查中共记录到原麝取食植物 11 科 11 种。粪便显微分析显示原麝采食隶属于 46 科的 66 种植物，其中包括通过食痕记录到的 11 种植物。按月份统计，采食频率大于 1% 的植物共计 37 种（详见表 1）。采食植物小于 1% 的植物共计 24 种，它们分别是核桃楸 (*Juglans mandshurica*)、青楷槭

(*Acer tegmentosum*)、爆马丁香 (*Syringa reticulata*)、毛接骨木 (*Sambucus buergeriana*)、山荆子 (*Malus baccata*)、珍珠梅 (*Sorbaria sorbifolia*)、委陵菜 (*Potentilla chinensis*)、稠李 (*Prunus padus*)、榛 (*Corylus heterophylla*)、卫茅 (*Euonymus sacrosancta*)、长柱金丝桃 (*Hypericum ascyron*)、石竹 (*Dianthus chinensis*)、紫苏 (*Perilla frutescens*)、扁穗草 (*Brylkinia caudata*)、山茄子 (*Brachybotrys paridformis*)、山罗花 (*Melampyrum roseum*)、轮叶

沙参 (*Adenophora stenanthina*)、透骨草 (*Phryma leptostachya*)、玉竹 (*Polygonatum odoratum*)、蛾参 (*Anthriscus aemula*)、掌叶铁线蕨 (*Adiantum pedatum*)、石生挺叶苔 (*Anastrophyllum minutum*)、中华木衣藓 (*Drummondia sinensis*)、长叶曲尾藓 (*Dicranum elongatum*)、拟垂枝藓 (*Rhytidiadelphus triquetrus*)、绿皮地衣 (*Peltigera aphthosa*)、小地卷 (*Peltigera venosa*)、白底雪花衣 (*Anaptychia hypoleuca*)、条袋衣 (*Hypogymnia vittata*)。

表1 小兴安岭原麝冬季食物组成 (%)

Table 1 Winter diet composition percent of musk deer, Lesser Xinganling Mountains

植物种类 Plant species	取食部位 Browsed part	2004年				2005年
		2月 Feb.	3月 Mar.	11月 Nov.	12月 Dec.	1月 Jan.
1 黄榆 <i>Ulmus macrocarpa</i>	a, b	2.22		1.60		T
2 春榆 <i>Ulmus japonica</i>	a, b		1.06			T
3 兴安杜鹃 <i>Rhododendron dauricum</i> *	a, b	36.75	19.95	19.26	47.76	39.57
4 蒙古栎 <i>Quercus mongolica</i> *	a	3.52	1.25	4.06	2.94	2.58
5 紫椴 <i>Tilia amurensis</i>	a, b	2.96	3.65	1.39	1.63	1.39
6 糠椴 <i>Tilia mandshurica</i>	a, b	2.04	1.96	2.14	1.31	1.18
7 五角槭 <i>Acer mono</i> *	a	5.47	5.25	5.45	6.86	6.02
8 茶条槭 <i>Acer ginnala</i>	a, b			3.53	2.29	2.01
9 光萼溲疏 <i>Deutzia glabata</i> *	a, b	8.90	7.75	10.16	3.59	4.63
10 刺五加 <i>Acanthopanax senticosus</i>	b	1.20	T	T	3.26	2.87
11 大青杨 <i>Populus ussuriensis</i>	a	4.26	3.20	2.57	T	2.87
12 胡枝子 <i>Lespedeza bicolor</i>	a, b			2.03	1.63	2.13
13 山槐 <i>Maackia amurensis</i>	a			3.64	1.31	1.15
14 水曲柳 <i>Fraxinus mandshurica</i>	a	3.43	T	T	6.53	T
15 鸡树条荚蒾 <i>Viburnum sargentii</i>	b	T	1.33	1.39		T
16 绣线菊 <i>Spiraea salicifolia</i>	a, b	1.02	2.85	1.17	6.53	T
17 枫桦 <i>Betula costata</i>	a, b	T	1.33	T	T	4.01
18 五味子 <i>Schisandra reticulata</i>	a	2.13	2.22	2.14		1.88
19 红松 <i>Pinus koraiensis</i>	a	T	1.16		1.63	1.43
20 鱼鳞云杉 <i>Picea jezoensis</i>	a	T	T		3.59	3.15
21 类叶牡丹 <i>Caulophyllum robustum</i> *	a, c	1.57	T	1.92	1.63	1.43
22 宽叶山蒿 <i>Artemisia stolonifera</i> *	a, c	1.76	1.69	3.21	T	T
23 羊胡子苔草 <i>Carex callitrichos</i> *	d	1.30	6.41	3.53	8.82	7.74
24 桂皮紫萁 <i>Osmunda cinnamomea</i>	a, c	T	4.09	2.78	T	
25 岩蕨 <i>Woodsia ilvensis</i> *	a, c	T	2.58	3.31		T
26 猴腿蹄盖蕨 <i>Athyrium multidentatum</i>	a, c		1.51	2.03		T
27 羽节蕨 <i>Gymnocarpium disjunctum</i>	a, c		1.51	T	T	T
28 粗茎鳞毛蕨 <i>Dryopteris crassirhizoma</i>	a, c	T	4.09	2.89	T	T
29 粗叶泥炭藓 <i>Sphagnum paluster</i>	d		1.69			
30 小白齿藓 <i>Leucodon pendulus</i>	d	2.31				
31 卵叶青藓 <i>Brachythecium rutabulum</i>	d	1.76	2.31			1.23
32 青藓 <i>Brachythecium albicans</i> *	d	1.11	3.03			
33 鼠尾藓 <i>Eurhynchium pulchellum</i>	d	T	1.42			
34 多形曲尾藓 <i>Dicranella heteromalla</i>	d		1.16			
35 曲背藓 <i>Oncophorus wahlenbergii</i>	d	T	3.01			T
36 波叶曲尾藓 <i>Dicranum perindutum</i>	d		3.13			
37 虎尾藓 <i>Hedwigia ciliata</i> *	d	4.08				1.88

T: 表示某种取食植物在全部取食植物中所占比例 < 1% ; * : 见到啃食痕迹; a: 叶; b: 嫩枝; c: 茎; d: 地上部分

T = The relative density of certain a plant was less than 1% ; * = bite marks visible; a = leaf; b = stem; c = branch; d = tree trunk

在食物组成中, 木本植物枝叶占食物百分比最高, 为 75.02%, 草本植物 9.38%, 蕨类 5.92%,

苔藓 6.59%, 地衣 0.87%。其中以兴安杜鹃 32.7%、光萼溲疏 7.8%、五角槭 5.81%、羊胡子

苔草 5.56% 等植物为主要食物，占原麝冬季食物的 51.87%。针叶树种（红松、鱼鳞云杉）所占比例较小。以科别而论，原麝冬季食物中以杜鹃花科植物最多 32.7%；虎耳草科次之 7.8%；莎草科植物占第三位 5.56%，槭树科植物占第四位 2.53%。其它各科植物所占比例相对较小，甚至有些植物并

没有出现在某一月份（表 1）。特别值得注意的是藓类主要出现在 1~3 月份食物中，11~12 月份食物中只偶尔出现。

3.2 原麝冬季食物营养质量

测定了 9 种原麝在冬季主要采食植物的 CP、EE、CF、CA、Ca、GE、NFE，结果见表 2。

表 2 9 种主要被采食植物的成分

Table 2 Nutrient composition of browsed nine plants

植物种 Plant species	干物质中各种物质含量 (%) Dry matter content (%)						
	粗蛋白 CP	粗脂肪 EE	粗纤维 CF	粗灰分 CA	钙 Ca	总能 GE (kJ/kg)	无氮浸出物 NFE
兴安杜鹃 <i>Rhododendron dauricum</i>	9.65	9.53	34.92	0.89	0.44	17345	37.02
光萼溲疏 <i>Deutzia glabata</i>	3.56	10.11	45.42	9.03	0.27	16791	34.44
水曲柳 <i>Fraxinus mandshurica</i>	4.19	11.22	27.19	5.93	0.36	17668	42.38
蒙古栎 <i>Quercus mongolica</i>	3.98	10.57	31.53	2.80	0.53	17889	42.16
山荆子 <i>Malus baccata</i>	3.45	11.23	40.35	3.77	0.21	18877	33.57
黄榆 <i>Ulmus macrocarpa</i>	6.54	11.55	45.00	15.07	0.63	17253	13.58
核桃楸 <i>Juglans mandshurica</i>	7.89	9.68	40.68	3.68	0.32	16563	29.23
羊胡子苔草 <i>Carex callitrichos</i>	5.67	10.65	30.55	7.75	0.33	16580	37.94
红松 <i>Pinus koraiensis</i>	5.34	17.99	35.89	2.56	0.63	20540	30.46

CP = crude protein; EE = ether extract; CF = crude fiber; CA = crude ash; GE = gross energy; NFE = nitrogen-free extract

对原麝冬季主要取食的 9 种植物的营养成分测定表明，兴安杜鹃的粗蛋白含量最高，为 9.65%，其它植物粗蛋白含量 3.56%~7.89%；粗脂肪含量最高的是红松（17.99%），其它几种植物粗脂肪含量相对较低；除兴安杜鹃（9.53%）和核桃楸（9.68%）外，其它植物之间粗脂肪含量相差不大（10.11%~12.61%）；冬季植物粗纤维含量普遍较高，所测植物粗纤维含量均达到 25% 以上，核桃楸和黄榆冬季粗纤维含量达到 45% 以上；粗灰分含量黄榆最高，达 15.07%；所测得的 9 种植物冬季 Ca 含量差别不大，均小于 1%；总能值最

高的是红松，其它植物的总能值相差不大；无氮浸出物较多的是水曲柳 42.38% 和蒙古栎 42.16%，黄榆无氮浸出物较少，仅为 13.58%。

本研究还对原麝冬季取食的苔藓类植物和蕨类植物进行了成分测定，结果得之，蕨类粗蛋白 5.50%、粗脂肪 12.61%、粗纤维 33.62%、粗灰分 6.36%、Ca 1.28%、总能 19588 kJ、无氮浸出物 46.79%；苔藓粗蛋白 6.58%、粗脂肪 11.94%、粗纤维 18.46%、粗灰分 16.32%、Ca 0.21%、总能 15101 kJ、无氮浸出物 49.42%。此项研究表明，冬季原麝喜欢采食蛋白含量高的植物。

表 3 主要被取食植物对冬季原麝食物营养质量的贡献*

Table 3 Contribution of staple browsed plants to nutritional quality of musk deer winter diet*

	蕨类 Ferns	兴安杜鹃 R. d.	苔藓 Mosses	溲疏 D. g.	水曲柳 F. m.	蒙古栎 Q. m.	山荆子 M. b.	黄榆 U. m.	核桃楸 J. m.	羊胡子苔草 C. c.	红松 P. k.
CP (%)	5.89	40.98	13.96	2.43	1.29	1.51	0.15	1.56	0.35	6.48	0.47
GE (%)	8.24	28.94	12.59	4.51	2.14	2.67	0.33	1.62	0.29	7.44	0.71

* 营养贡献 = 食物中各类植物的营养成份含量/主要取食植物营养成份总量

* Nutritional contribution = nutrient component of each item in diet/nutrient components in diet; CP = crude protein; GE = gross energy (kJ); R. d. = *Rhododendron dauricum*; D. g. = *Deutzia glabata*; F. m. = *Fraxinus mandshurica*; Q. m. = *Quercus mongolica*; M. b. = *Malus baccata*; U. m. = *Ulmus macrocarpa*; J. m. = *Juglans mandshurica*; C. c. = *Carex callitrichos*; P. k. = *Pinus koraiensis*

兴安杜鹃在冬季食物中所占比例最高，蛋白质含量和总能值也都相对比较高，对原麝冬季食物中

的蛋白质和总能可贡献量最大，其次苔藓对冬季原麝的营养可贡献量也比较大，蛋白质和总能的贡献

献量分别达到了 13.96% 和 12.59%。核桃楸、红松等植物冬季蛋白质含量也很高,但由于原麝对其取食频率不大,所以对原麝冬季食物营养可贡献量并不大。

所测得苔藓和蕨类植物对原麝冬季食物营养可贡献量均较高,分别为蕨类 CP (%) 5.89、GE (%) 8.24; 苔藓 CP (%) 13.96、GE (%) 12.59。

4 讨论

4.1 原麝食物组成

原麝食性较广,取食其栖息地内的大部分植物,但对不同植物取食比例有较大差别,这与其对食物的选择性有密切的关系。动物自身的特点、食物的质量和可利用性对动物的食物选择都是潜在的限制因素 (Asada and Ochiai, 1996; 陈化鹏和马建章, 1997; 李俊生等, 2003; 周圻等, 2004; 滕丽微等, 2004)。原麝是一种小型、独居、栖息于针阔混交林中的有蹄类动物,单位体重能量消耗较大,食量较小,无法通过取食更多的植物来满足自身的能量需要,所以在可取食范围内原麝一般会选可消化能较高的植物 (McCullough *et al.*, 2000),以满足其营养需求。

在研究地区原麝多活动在海拔 400~500 m 的上坡位,这一地段植物种类相对比较少,加之冬季积雪覆盖,原麝食物资源相对比较贫乏,食物主要由木本植物当年枝、干叶等组成。通过分析发现原麝冬季除了对木本植物利用较高外,也取食一定量的苔藓和蕨类植物,冬季原麝对苔藓的利用率增加,这可能是因为植被贫乏,苔藓冬季蛋白含量比较高,又是小兴安岭冬季较少的绿色植物之一,此时对原麝也有一定程度的采食诱惑力。另外,冬季原麝几乎取食其栖息地内的所有蕨类植物,这可能与营养取食有关。

野外观察法和粪便显微组织学分析法进行原麝的食性研究均有一定的局限性 (Guo and Zhang, 2005),野外观察法很难把原麝的每一个取食痕迹都记录下来,因此记录的采食植物种类就会少于实际采食的种数,并且有时也易与其同域分布的斑羚等动物的取食痕迹相混淆。而粪便显微组织学分析法对低纤维素的植物种类检出率较低,样品经消化和处理后可辨认率也比较低,技术有待进一步提高。在原麝食性研究过程中野外观察记录到的取食植物种类与粪便显微分析检出植物种类数有较大差

异,其主要原因有: 1) 原麝只取食植物木质化较低的当年枝的顶端部分,取食痕迹不明显,通常不易观察; 2) 野外观察很难把原麝的取食痕迹与其它草食性动物的取食痕迹区分开; 3) 原麝多活动在人们难于攀登的石砬子上,较难观察到取食痕迹。

4.2 食物的营养质量

食物的各种营养成分决定其质量,各种营养成分在不同植物,或在同一种植物不同部位的分配不同,使植物性食物质量发生改变 (Batzli and Pitelka, 1983)。植物的嫩叶、枝芽以及植物的幼嫩部分包含较高蛋白质和较低的纤维素,原麝对这些部位有明显的偏好性。

植物的营养质量与植物的季节性变化有关 (Drozdz, 1979),一般春季植物营养质量最高,随季节变换植物营养质量不断下降,冬季植物营养质量下降到最低点,干物质消化率最低 (陈化鹏和萧前柱, 1989)。此时,在严酷的季节如何在有限的条件下维持身体营养需求就成了原麝冬季取食要解决的关键问题之一。因此,结合营养质量分析对原麝的食性进行研究就具有更重要的意义。

通过原麝主要取食几种植物的成分测定,结果基本反映了冬季食物营养成分组成,但并不能完全解释原麝冬季对食物的选择。在原麝取食量较多的植物中,蛋白质含量较高,总能值较大,纤维素含量相对较小,部分的说明被取食植物中营养成分含量与取食量的相关关系。原麝冬季会选择那些蛋白质含量比较高,纤维素含量相对比较适中或较低植物 (宋延龄等, 2005),例如: 冬季,原麝取食较多的兴安杜鹃,兴安杜鹃为冬季蛋白含量较高植物,蛋白质含量达 9.65%,对食物中蛋白质可贡献率最大,纤维素含量也较为适中。冬季原麝通常只取食植物的当年枝端部纤维素含量非常小的一小部分,而不采食或少采食纤维含量较多的老枝条。

参考文献:

- Asada M, Ochiai K. 1996. Food habits of sika deer on the Boso Peninsula, central Japan. *Ecological Research*, **11**: 89-95.
- Batzli G O, Pitelka P A. 1983. Nutritional ecology of microtine rodents; food habits of lemmings near Barrow. Alaska. *Journal of Mammalogy*, **64**: 648-655.
- Chen H P, Ma J Z. 1997. Intake and its control in ruminants. *Acta Theriologica Sinica*, **17** (4): 292-300. (in Chinese)
- Chen H P, Xiao Q Z. 1989. Winter food-habits of red deer in Dailing. *Acta Theriologica Sinica*, **9** (1): 8-15. (in Chinese)

- Drozd A. 1979. Seasonal intake and digestibility of natural foods by roe deer. *Acta Theriol*, **24**: 137 - 170.
- Gao Z X, Chen H P, Wang X P. 1991 Evaluation of fecal analysis for determining food habits of herbivores. *Acta Theriologica Sinica*, **11** (3): 186 - 193. (in Chinese)
- Gao Z X, Jin K, Ma J Z, Chen H H. 1995. Winter food-habits of Mongolian gazella in hulun-beir grassland. *Acta Theriologica Sinica*, **15** (3): 203 - 208. (in Chinese)
- Guo G P, Zhang E D. 2005. Diet of the Chinese Water deer (*Hydropotes inermis*) in Zhoushan Archipelago, China. *Acta Theriologica Sinica*, **25** (2): 122 - 130.
- Hao Y H, An W S, Zhang Z H, Hao Y F, Meng X L. 1994. Studies on the food habits of *Moschus moschiferus*. *Chinese journal of Zoology*, **29** (1) 46 - 50. (in Chinese)
- Li J S, Song Y L, Zeng Z G. 2003. Food selectivity and influencing factors in ruminants, *Acta Zoologica Sinica*, **23** (1): 66 - 73. (in Chinese)
- Mccullough D R, Pei K C, Wang Y, 2000. Home range, activity patterns, and habitat relations of Reeve's muntjacs in Taiwan. *Journal of Wildlife Management*, **64**: 430 - 441.
- Norbury G L. 1988. Microscopic analysis of herbivore diet - a problem and a solution. *Australian Wildlife Research*, **15**: 51 - 57.
- Song Y L, Gong H S, Zeng Z G, Wang X Z, Zhu L, Zhao N X. 2005. Food habits of Serow. *Chinese Journal of Zoology*, **40** (5): 50 - 56. (in Chinese)
- Spark D R, Malechek J C. 1968. Estimating percentage dry weight in diets using a microscopic technique. *J Range Manage*, **21**: 264 - 265.
- Teng L W, Liu Z S, Song Y L, Li S Y, Fu M L. 2004. Food habit of Indian muntjac *Muntiacus muntjak* at Hainan Island, China. *Acta Zoologica Sinica*, **50** (4): 511 - 518. (in Chinese)
- Zhou X, Chen Y M, He R G, Li X, Yan H Y, Fu Y N. 2004. Nutrient content of herbage and shrub forage and its relationship to the eating habits of *Cervus eldi hainanus*. *Acta Pratacultural Science*, **13** (3) 97 - 102. (in Chinese)
- 陈化鹏, 马建章. 1997. 反刍动物取食量及其调节. 兽类学报, **17** (4): 292 - 300.
- 陈化鹏, 萧前柱. 1989. 带岭林区马鹿冬季食性研究. 兽类学报, **9** (1): 8 - 15.
- 宋延龄, 巩会生, 曾治高, 王学志, 朱乐, 赵纳勋. 2005. 鬃羚食性研究. 动物学杂志, **40** (5): 50 - 56.
- 李俊生, 宋延龄, 曾治高. 2003. 反刍动物的食物选择及其影响因素. 兽类学报, **23** (1): 66 - 73.
- 周圻, 陈亚明, 何瑞国, 李翔, 严虹羽, 符运南. 2004. 草本和灌木的养分含量及其与海南坡鹿食性的关系. 草业学报, **13** (3): 97 - 102.
- 郝映红, 安文山, 张兆海, 郝有福, 孟小丽. 1994. 原麝食性研究. 动物学杂志, **29** (1): 46 - 50.
- 高中信, 陈化鹏, 王筱平. 1991. 粪便显微分析法测定植食动物食性的评价. 兽类学报, **11** (3): 186 - 193.
- 高中信, 金昆, 马建章, 陈华豪. 1995. 呼伦贝尔草原黄羊冬季食性的研究. 兽类学报, **15** (3): 203 - 208.
- 滕丽微, 刘振生, 宋延龄, 李善元, 符明利. 2004. 海南大田国家级自然保护区赤麂的食性. 动物学报, **50** (4): 511 - 518.