

托勒南山半圈养白唇鹿食性分析

李邦^{1,2}, 林恭华¹, 谢久祥^{1,2}, 杨传华^{1,2}, 苏建平^{1*}, 张同作^{1*}

(1. 中国科学院西北高原生物研究所, 西宁 810001; 2. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要: 利用粪便显微分析法和选择指数(E)对白唇鹿粪样 28 份(暖季)和 20 份(冷季)进行研究。结果表明, 粪样中可识别植物碎片 9 科 15 种(属), 以莎草科、禾本科、豆科、蔷薇科和蓼科植物为主, 莎草科占 71.75% ± 0.74%, 其次为禾本科(13.4% ± 0.89%)、豆科(3.23% ± 0.37%)、蓼科(2.19% ± 0.2%)、蔷薇科(1.62% ± 0.29%)。白唇鹿对食物有很强的选择性, 栖息地主要植物有 16 科 68 种, 而白唇鹿取食 9 科 15 种(属)食物, 7 种(属)植物呈正选择, 1 种(属)植物呈随机选择, 4 种(属)植物呈负选择。

关键词: 食性; 粪便显微组织学分析; 白唇鹿

中图分类号: Q959.8; Q958 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-7083(2014)06-0840-06

Feeding Habits of White-lipped Deer (*Cervus albirostris*) in A Semi-natural Enclosure of Tuole Nanshan

LI Bang^{1,2}, LIN Gonghua¹, XIE Jiuxiang^{1,2}, YANG Chuanhua^{1,2}, SU Jianping^{1*}, ZHANG Tongzuo^{1*}

(1. Northwest Institute of Plateau Biology, the Chinese Academy of Sciences, Xining 810001, China;

2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: We studied the diet differences of white-lipped deer (*Cervus albirostris*) by fecal microhistological analysis in warm season (August) and cold season (December) in Qilian county, Qinghai province. Fresh fecal samples were collected in 28th, August and 20th, December of 2011. The results showed that a total of 15 species (genera) belonging to 9 families were foraged by white-lipped deer. By checking the frequency of each plant fragments in fecal samples, we found that Cyperaceae, Gramineae, Leguminosae, Rosaceae and Polygonaceae were the main food and accounted for 92.8% ± 0.64% of the total. Cyperaceae was the main food throughout the year, and accounted for 71.75% ± 0.74%. Gramineae, Leguminosae, Polygonaceae and Rosaceae, which were foraged in quite high proportions annually, accounted for 13.4% ± 0.89%, 3.23% ± 0.37%, 2.19% ± 0.2%, 1.62% ± 0.29%, respectively. Moreover, white-lipped deer had a very intense diet selection, including only 15 species (genera) (belonging to 9 families) out of 68 species (belonging to 16 families) in total, 7 species (genera) appeared to be positive selections whereas 1 species (genus) was a random selection and 4 species (genera) were negative selections.

Key words: food habits; fecal microhistological analysis; *Cervus albirostris*

白唇鹿 *Cervus albirostris* 为国家 I 级保护动物, IUCN 易危种 (VU) (Harris & Leslie, 2008), 仅分布于青藏高原, 海拔均在 3500 ~ 5500 m, 属高寒型动物, 是唯一生存在高原及其邻近区域的大型鹿类(郑生武等, 1989; 余玉群, 1990; 吴家炎, 裴俊峰, 2007)。1990 年前, 青海省祁连山地区白唇鹿沿走廊南山、托勒南山分布, 多数集中于祁连县的央隆乡(原托勒牧场)、野牛沟乡(余玉群, 1990)。本文作者于 2011

年 8 月和 12 月, 对青海省祁连山地区白唇鹿资源进行调查, 并在此基础上利用粪便纤维组织学分析法对项目区内白唇鹿食性进行了分析。调查结果表明, 青海省祁连山地区白唇鹿野外种群数量已经极其稀少, 半圈养种群仅集中分布于央隆乡、扎麻什乡的两处鹿场中, 而鹿场近 10 年来的白唇鹿数量急剧下降, 对该区域白唇鹿食性等的研究已成为保护该物种的迫切需要。

收稿日期: 2014-03-08 接受日期: 2014-08-14 基金项目: 青海省野生动植物和自然保护区管理局项目资助

作者简介: 李邦(1983~), 男, 博士研究生, 主要从事动物生态学与保护生物学研究, E-mail: libang2012@sina.com

* 通讯作者 Corresponding author, E-mail: zhangtz@nwipb.cas.cn; jpsu@nwipb.cas.cn

致谢: 感谢中国科学院西北高原生物研究所曹伊凡副研究员在实验中提供帮助; 感谢青海省祁连县林业局和央隆乡政府在野外调查中提供帮助; 感谢牧户杨本加全家对野外工作给予的巨大支持和帮助。

早期白唇鹿食性研究多集中在青海省治多县鹿场,皮南林(1980)通过放牧食性观察发现白唇鹿采食植物 29 科 92 种,蔡桂全(1988)通过直接观察和胃内容物发现白唇鹿采食植物 8 科 17 种,主要是禾本科和莎草科,郑生武等(1989)对鹿场 24 只圈养白唇鹿进行观察和 2 只野生白唇鹿胃容物分析发现共取食 24 科 62 种植物。青海省祁连山地区是白唇鹿主要分布区之一(吴家炎,裴俊峰,2007),近年来野外种群和半圈养种群数量急剧下降,但有关该区域内分布的白唇鹿食性研究尚未见报道。基于此,本研究选择祁连县央隆乡半圈养白唇鹿种群进行食性研究,利用 Ivlev(1961)提出的 Ivlev's 选择指数对白唇鹿食物选择进行研究,以为白唇鹿栖息地评价、容纳量估计、能量代谢以及种间关系等研究提供重要科学依据。

1 研究方法

1.1 研究地点和研究对象

研究区位于祁连山脉中段的托勒南山大央隆沟(北纬 $38^{\circ}39' \sim 38^{\circ}41'$; 东经 $98^{\circ}32' \sim 98^{\circ}34'$),属高山寒漠草甸气候带,海拔高度为 3821 ~ 5287 m,年平均气温 -9.4°C ,最高气温 28°C ,最低气温 -36.3°C ,全年无绝对无霜期。年均降水量为 423 mm,蒸发量 1486.1 ~ 1581.2 mm。本区域主要植被类型为高山草甸,能够形成大片群落的优势建群种有藏嵩草 *Kobresia tibetica*、小嵩草 *K. parva*、线叶嵩草 *K. capillifolia*、金露梅 *Potentilla fruticosa* 和披针叶黄华 *Thermopsis lanceolata*。区域内野生动物丰富,有藏狐 *Vulpes ferrilata*、狼 *Canis lupus*、岩羊 *Pseudois nayaur*、盘羊 *Ovis ammon*、金雕 *Aquila chrysaetos*、纵纹腹小鸮 *Athene noctus*、高原鼯鼠 *Myospalax baileyi* 等。区域内人口以回族牧民为主,约 50 人,牲畜以藏羊、家牦牛为主。白唇鹿半圈养区位于大央隆沟腹地,面积约 2 km²,海拔 3725 ~ 4300 m,植被类型以嵩草草甸和金露梅灌丛为主,白唇鹿共 53 只,成年鹿 46 只,雄性 29 只,雌性 17 只,1 ~ 3 龄幼体和亚成体共 7 只,此外,围栏内有藏羊 400 只、家牦牛 100 头左右,每年 7 月至 10 月家畜在夏秋牧场,11 月至翌年 6 月在围栏内放牧。

1.2 样品收集

分别于 2011 年 8 月和 12 月在托勒南山半圈养白唇鹿活动区域依不同足迹链收集新鲜粪样 28 份和 20 份。在粪便收集过程中,将每一堆粪样单独保

存在纸袋内,并用记号笔在纸袋上记录采样时间。8 月份在收集粪便时,采集圈内所有常见植物共计 16 科 68 种,取每种植物的花、茎、叶、秆制作显微分析的标准切片。利用分层随机取样法(宋永昌,2001)将白唇鹿栖息地 2 km² 草场根据植被类型差异分为小嵩草披针叶黄华草甸、小嵩草棘豆草甸、小嵩草线叶嵩草草甸、藏嵩草草甸和金露梅藏嵩草草甸等 5 种类型,调查人员携带佳明 GPS 手持机 Garmin 60csx 沿不同草甸类型边缘行走,记录航迹,通过 Mapsource 6. 16. 3 软件计算 5 种类型草甸面积,分别为 13.2 hm²、13.2 hm²、4.4 hm²、40.0 hm² 和 86.3 hm²,在每种植被类型中分别随机做 7 个、9 个、4 个、9 个、8 个 50 cm × 50 cm 样方,调查每种植物的盖度,记录后剪取地上部分,按照物种类别进行分拣,用纸袋分装,记录物种名、采集地编号、样方号和采集时间等,实验室内烘箱 60℃ 烘 24 h,称量干重作为该物种的地上生物量。

1.3 分析方法

1.3.1 植物表皮结构的标准玻片制作 植物标准玻片的制备主要参照 Anthony 和 Smith(1974)的方法,将植物 60℃ 烘干后,分别将每种植物的花、茎、叶、秆剪碎,放入试管中,按 1:1 加入 5% HNO₃ 和 5% H₂CrO₄,酒精灯加热煮沸约 3 min,倒入 200 目的网筛中冲洗,将筛上物用水冲入平皿中。用吸管将碎片放入载玻片上并覆以盖玻片。标准片利用 DMBS-223IPL-5 数码生物显微镜在 20 倍物镜下观察和拍照,记录表皮细胞的形状(细胞的大小、密度及细胞壁的特征),气孔(气孔器的类型、数量和大小),表皮毛(单一细胞毛、多列细胞毛或腺毛的形状、长度和密度)。表皮细胞的性状特征及鉴别特征参照前人的描述(李正理,张新英,1983;蔡联炳等,1991;康乐,陈永林,1992)。

1.3.2 粪样植物碎片制备 白唇鹿新鲜粪便在 60℃ 条件下烘干 24 h,每堆粪样取 5 g 经粉碎机粉碎,将粉碎的材料经 20 目、60 目、100 目网筛依次筛选,使碎片大小介于 0.15 ~ 0.3 mm 之间。取 100 目的筛上物用自来水冲洗 2 ~ 3 min,控去多余水分后移入 1 mL 离心管,加入次氯酸钠溶液并用解剖针搅拌,漂白 3 h 倒入 200 目的网筛中,用自来水冲洗 1 ~ 3 min,洗除漂白液、尘土和极小的植物碎片,筛上剩余物作为待检材料。每份粪样装片 4 张,方法详见曹伊凡和苏建平(2006),计数每张载玻片中的全部可识别植物种类表皮碎片数(无法辨识到种的植物按属),通过可识别的

每种(属)植物碎片占可识别的全部植物种类碎片的比例来计算白唇鹿的食物构成。

1.3.3 统计分析 用 Ivlev's 选择指数 E (Ivlev, 1961; Strauss, 1979) 比较白唇鹿对各食物资源的选择度, 公式为:

$$E = \frac{r_i - p_i}{r_i + p_i}$$

式中: E 为选择度, r_i 为植物 i 出现频次占所有植物出现频次的比率; 其中, 出现频次为食性分析中植物 i 在所有镜检视野中出现的频次总和, 相应地, 所有植物的出现频次则为镜检中各类植物出现频次之和, p_i 为牧场中植物 i 的生物量占所有植物生物量的比率。选择度 E 的范围是 -1 到 1 , E 为负值表示动物避免采食或者难于获得该种植物, E 为 0 时表示动物随机选择环境中食物, E 为正值表示动物对资源呈强选择。计算 E_i 将 bootstrap 设定为 1000 次重复取样, 置信区间设定为 90%, 如果某一植物的 E_i 在 90% 置信区间内下限值大于 0, 则动物在 5% 显著性水平上对该植物呈正选择性, 如果某一植物 E_i 在 90% 置信区间内下限值小于 0, 则动物在 5% 显著性水平上对该植物呈负选择性, 如果 90% 置信区间内 E_i 经过 $E_i = 0$ 线, 则动物对食物呈无选择性。

相似性分析在 PAST (Hammer & Harper, 2006) 软件中运行, 其他数据分析由 IBM SPSS 21.0 完成。

2 结果

2.1 白唇鹿觅食生境植物生物量

生境中共采集植物 16 科 68 种, 植物相对生物量中, 莎草科的高草属 58.84%、苔草属 3.4%、蔷薇科 13.07%、豆科 8.41%、禾本科 4.8%, 共占有植物资源生物量的 88.52%, 其他植物仅占 11.48%, 整个区域为典型的高原草甸(表 1)。

2.2 采食植物种类

在暖季和冷季所收集的全部白唇鹿粪样中, 共镜检到 9 科 15 种(属)植物碎片(表 2), 其中莎草科占所有碎片的 $71.75\% \pm 0.74\%$, 其次为禾本科、豆科、蓼科、蔷薇科等植物, 分别占 $13.4\% \pm 0.89\%$ 、 $3.23\% \pm 0.37\%$ 、 $2.19\% \pm 0.2\%$ 、 $1.62\% \pm 0.29\%$ 。上述 5 科共占有可辨识植物的 $92.8\% \pm 0.64\%$ 。在镜检的 15 种植物中, 高草属 *Kobresia* spp.、苔草属 *Carex* spp.、披碱草属 *Elymus* spp. 分别占可辨识植物的 $62.07\% \pm 0.64\%$ 、 $9.68\% \pm 0.52\%$ 、 $7.85\% \pm 0.86\%$, 表明莎草科和禾本科是白唇鹿的主要食物类群。

表 1 白唇鹿生境植物资源相对生物量
Table 1 Relative biomass of plant resources in the white-lipped deer's habitat

植物资源 Plant	相对生物量 Relative biomass (%)
莎草科 Cyperaceae	62.24
高草属 <i>Kobresia</i> spp.	58.84
藏高草 <i>Kobresia tibetica</i>	24.38
小高草 <i>Kobresia parva</i>	23.58
线叶高草 <i>Kobresia capillifolia</i>	7.46
矮高草 <i>Kobresia humilis</i>	3.42
苔草属 <i>Carex</i> spp.	3.40
膨囊苔草 <i>Carex lehmanii</i>	2.41
黑褐苔草 <i>Carex alofusca</i>	0.63
青海苔草 <i>Carex qinghaiensis</i>	0.36
禾本科 Gramineae	4.8
早熟禾 <i>Palustris</i> sp.	2.34
针茅 <i>Stipa</i> sp.	1.68
披碱草 <i>Elymus</i> sp.	0.78
蔷薇科 Rosaceae	13.07
金露梅 <i>Potentilla fruticosa</i>	11.64
雪白委陵菜 <i>Potentilla nivea</i>	1.43
豆科 Leguminosae	8.41
披针叶黄华 <i>Thermopsis lanceolata</i>	5.08
棘豆属 <i>Oxytropis</i> spp.	3.33
甘肃棘豆 <i>Oxytropis kansuensis</i>	2.59
小花棘豆 <i>Oxytropis glabra</i>	0.74
蓼科 Polygonaceae	0.55
头花蓼 <i>Polygonum capitatum</i>	0.42
珠芽蓼 <i>Polygonum viviparum</i>	0.13
菊科 Compositae	0.19
披针叶凤毛菊 <i>Saussurea nimborum</i>	0.19
龙胆科 Gentianaceae	0.19
龙胆属 <i>Gentiana</i> spp.	0.19
鳞叶龙胆 <i>Gentiana squarrosa</i>	0.12
大花龙胆 <i>Gentiana szechenyii</i>	0.06
虎耳草科 Saxifragaceae	0.05
虎耳草 <i>Saxifraga tangutica</i>	0.05
其他 Others	10.50

其他 Others: 盐地凤毛菊 *Saussurea salsa*、甘青针茅 *Stipa przewalskyi*、麻花苻 *Gentiana straminea*、高山唐松草 *Thalictrum alpinum*、美丽凤毛菊 *Saussurea superba*、乳白香青 *Anaphalis lactea*、山生柳 *Salix oritrepha*、矮小火绒草 *Leontopodium alpinum* var. *pusulim*、二裂委陵菜 *Potentilla bifurca*、禾叶风毛菊 *Spiraea alpina*、蒲公英 *Taraxacum* sp.、唐古特忍冬 *Lonicera tangutica*、委陵菜 *Potentilla aiscolor*、青藏雪灵芝 *Arenaria roborowskii*、细叶亚菊 *Ajania tenuifolia*、紫羊茅 *Festuca rubra*、红景天 *Rhodiola* sp.、高山绣线菊 *Spiraea alpina*、匙叶龙胆 *Gentiana spathulifolia* 等

2.3 采食季节差异

暖季白唇鹿粪样中镜检到 9 科 15 种(属)植物碎片, 冷季镜检到 7 科 12 种(属)。上述 5 科主要食物类群分别占暖季和冷季粪样可识别植物碎片总数的 $93.47\% \pm 0.53\%$ 和 $90.90\% \pm 1.51\%$, 且各科百分比依冷暖季的不同而不同。暖季依次为: 莎草科

表 2 白唇鹿在暖季和冷季的食物谱
Table 2 Food items of white-lipped deer in the warm season and cold season

植物种类 Plant	食物总比例 (%) Proportion (%)	暖季 (%) Warm season (%)	冷季 (%) Cold season (%)
莎草科 Cyperaceae	71.75 ± 0.74	75.08 ± 0.97	68.42 ± 0.80
嵩草属 <i>Kobresia</i> spp.	62.07 ± 0.64	64.42 ± 1.01	59.72 ± 0.44
苔草属 <i>Carex</i> spp.	9.68 ± 0.52	10.66 ± 0.78	8.70 ± 0.56
禾本科 Gramineae	13.40 ± 0.89	11.89 ± 0.88	14.91 ± 1.53
披碱草属 <i>Elymus</i> spp.	7.85 ± 0.86	8.78 ± 1.11	6.93 ± 1.14
早熟禾属 <i>Poa</i> spp.	4.20 ± 0.67	2.22 ± 0.79	6.17 ± 0.84
针茅属 <i>Stipa</i> spp.	1.35 ± 0.3	0.90 ± 0.26	1.81 ± 0.60
豆科 Leguminosae	3.23 ± 0.37	3.12 ± 0.48	3.33 ± 0.35
棘豆属 <i>Oxytropis</i> spp.	1.95 ± 0.25	1.83 ± 0.23	2.07 ± 0.39
披针叶黄华 <i>Thermopsis lanceolata</i>	1.28 ± 0.21	1.29 ± 0.39	1.26 ± 0.20
蔷薇科 Rosaceae	1.62 ± 0.29	1.93 ± 0.33	1.30 ± 0.35
金露梅 <i>Potentilla fruticosa</i>	1.48 ± 1.94	1.59 ± 0.32	-
雪白委陵菜 <i>Potentilla nivea</i>	0.82 ± 0.20	0.34 ± 0.14	1.30 ± 0.35
蓼科 Polygonaceae	2.19 ± 0.20	1.45 ± 0.37	2.94 ± 0.31
珠芽蓼 <i>Polygonum viviparum</i>	0.82 ± 0.14	0.47 ± 0.21	1.17 ± 0.22
头花蓼 <i>Polygonum capitatum</i>	1.37 ± 0.17	0.98 ± 0.31	1.77 ± 0.26
菊科 Compositae	1.10 ± 0.16	0.82 ± 0.18	1.37 ± 0.26
披针叶凤毛菊属 <i>Saussurea</i> spp.	1.10 ± 0.16	0.82 ± 0.18	1.37 ± 0.26
龙胆科 Gentianaceae	0.12 ± 0.04	0.18 ± 0.08	0.07 ± 0.05
龙胆属 <i>Gentiana</i> spp.	0.12 ± 0.04	0.18 ± 0.08	0.07 ± 0.05
紫草科 Boraginaceae	0.04 ± 0.03	0.09 ± 0.06	-
微孔草 <i>Microula sikkimensis</i>	0.04 ± 0.03	0.09 ± 0.06	-
虎耳草科 Saxifragaceae	0.05 ± 0.03	0.09 ± 0.06	-
虎耳草 <i>Saxifraga stolonifera</i>	0.05 ± 0.03	0.09 ± 0.06	-

(75.08% ± 0.97%) > 禾本科 (11.89% ± 0.88%) > 豆科 (3.12% ± 0.48%) > 蔷薇科 (1.93% ± 0.33%) > 蓼科 (1.45% ± 0.37%)。冷季则为: 莎草科 (68.42% ± 0.80%) > 禾本科 (14.91% ± 1.53%) > 豆科 (3.33% ± 0.35%) > 蓼科 (2.94% ± 0.31%) > 蔷薇科 (1.30% ± 0.35%) (图 1)。

在暖季,白唇鹿粪样中可识别碎片按属所占比例由高到低分别是嵩草属、苔草属、披碱草属、早熟禾属、棘豆属,分别为 64.42% ± 1.01%、10.66% ± 0.78%、8.78% ± 1.11%、2.22% ± 0.79%、1.83% ± 0.23%,冷季其粪样可识别植物碎片按属所占比例由高到低分别是嵩草属、苔草属、披碱草属、早熟禾属、棘豆属,分别占 59.72% ± 0.44%、8.7% ± 0.56%、6.93% ± 1.14%、6.17% ± 0.84%、2.07% ± 0.39%。

单因素相似性分析表明,冷暖季粪样中可识别植物碎片所属种属所占比例相似性差异不显著 (Bray-Curtis distance measure, $R = -0.027, P = 0.827$; Euclidean distance measure, $R = -0.027, P = 0.962$)。

2.4 白唇鹿暖季食物选择

基于 bootstrap 描述统计分析表明 7 种(属)植物

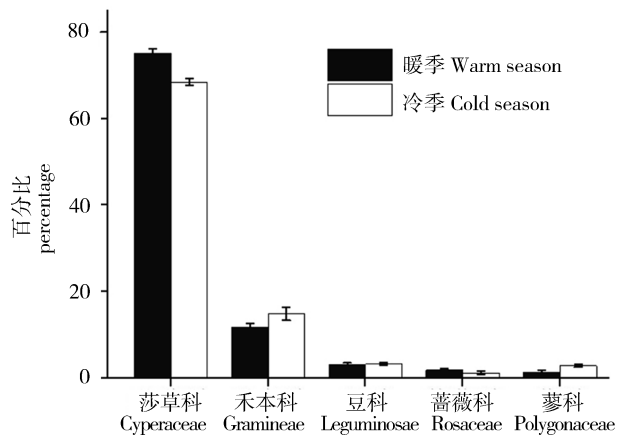


图 1 白唇鹿在暖季与冷季主要食物类群的比例 (Mean ± SE)
Fig. 1 Main food categories of white-lipped deer in the warm season and cold season (Mean ± SE)

呈正选择;1 种(属)植物呈无选择;4 种(属)植物呈负选择(其中 3 种植物少于 6 个样本,未加测试)(图 2)。

3 讨论

为填补野外直接观察法对白唇鹿食性研究的不足,并减少割草期对白唇鹿的干扰,本研究选择粪便显微分析法对白唇鹿食性进行研究。结果显示,白

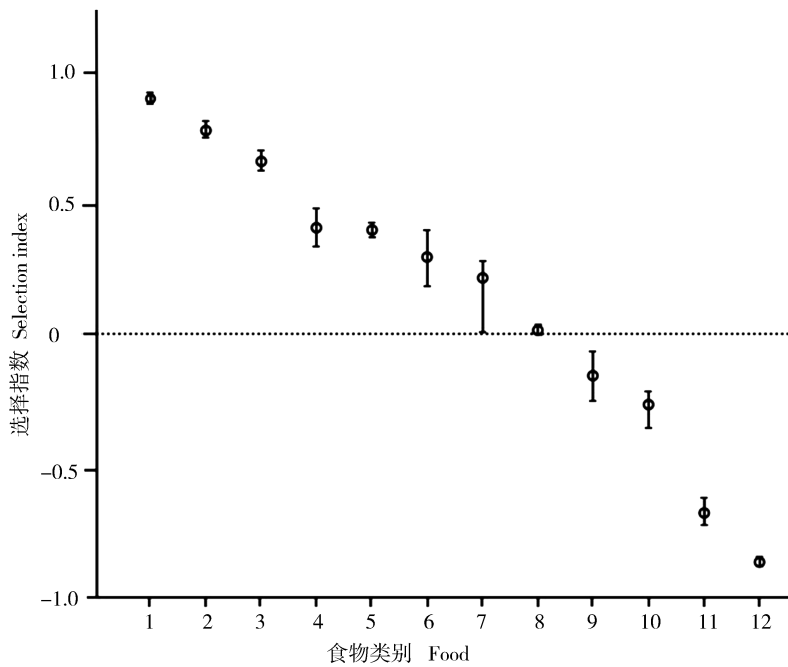


图 2 白唇鹿暖季取食植物选择指数

Fig. 2 Selection index of dietary of white-lipped deer in the warm season

1. 披碱草属 *Elymus* sp., 2. 珠芽蓼 *Polygonum viviparum*, 3. 披针叶凤毛菊 *Saussurea nimborum*, 4. 头花蓼 *Polygonum capitatum*, 5. 苔草属 *Carex* spp., 6. 针茅属 *Stipa* sp., 7. 早熟禾属 *Palustres* sp., 8. 高草属 *Kobresia* spp., 9. 雪白萎陵菜 *Potentilla nivea*, 10. 棘豆属 *Oxytropis* sp., 11. 披针叶黄华 *Thermopsis lanceolata*, 12. 金露梅 *Potentilla fruticosa*

唇鹿共采食植物 9 科 15 种(属),少于文献记载的野生白唇鹿和 20 世纪 80 年代半圈养白唇鹿采食植物种类(皮南林,1980;蔡桂全,1988;Takatsuki *et al.*, 1988;郑生武等,1989;韩亦平等,1990),其原因一方面可能是白唇鹿生境面积较小,围栏内牧场为 2 km²左右,生境类型较野生种群生境单一,包含植被和植物种类均少于野生白唇鹿生境,相对而言,野生白唇鹿有更多机会选择不同的植被和植物类型,而半圈养白唇鹿被围栏圈定活动范围,各季节和生活史不同时期只能生活在相同环境中;另一方面在半圈养的 2 km²牧场中,白唇鹿数量不足 60 只,而牛羊数量冷季达 500 只以上,草场利用过度,文献记载在 20 世纪 70、80 年代,鹿场面积达 40 km²,白唇鹿 300 只以上,而家羊和家牦牛数量极少,鹿群采取放牧模式。白唇鹿放牧模式和家畜种类数量的变化,也可能导致白唇鹿取食植物种类、比例和取食时空格局发生变化。食物组成上,白唇鹿主要以莎草科和禾本科植物等单子叶植物为主,这一结果同前人文献记载(蔡桂全,1988;吴家炎,1999)相同,也说明了在生境植被类型相似情况下,半圈养白唇鹿和野生白唇鹿食性没有发生巨大变化。半圈养白唇鹿冷暖季粪样中可识别植物碎片所属种属所占比例相似性差异不显著,这可能同其生境植物组成相对单一,莎草科、蔷薇科、豆科、禾本科等几科植物占生境中植物

生物量比例较大有关。

动物需要摄取多种食物以满足身体所需,而对于草食动物,食物的营养质量就显得更加重要,它们只有恰当地选择食物种类,才能维持日常的能量收支平衡(孙儒泳,2001)。食物选择性是指动物出于某种目的,对取食生境中现存的食物种类作出的选择,与动物自身生理状态及环境中食物的可利用量密切相关(Petrides, 1975; Leighton, 1993; 李俊生, 2003)。早期白唇鹿食物选择性研究由以下几个标准确定:1. 同放牧员访问座谈,将适口性分为 5 级,喜食、较喜食、愿意食、不太愿意食、不食(皮南林, 1980);2. 通过观察采食次数,确定采食频率,分最喜食(>60%)、喜食(40%~60%)、较喜食(20%~40%)、不喜食(<10%)4 个等级(郑生武等,1989),以上仅对食物的适口性(Food palatability)进行了研究,未将选择性概念与动物的食物偏爱性(或喜好性)(Food preference)分离。本研究通过 Ivlev's 选择指数进行研究,发现白唇鹿仅取食 9 科 15 种(属)植物,采食植物所占食物比例超过 1% 的仅有 9 种(属),暖季中喜食植物仅有 6 种(属)。植食性哺乳动物的主要食物组成与栖息地食物可利用量有着密切的关系(Batali, 1985),高草属植物占生境中所有生物量的 58.84%,虽然研究表明白唇鹿对其无选择倾向,但仍占有所有采食食物比例的 75.08%±0.97%,

是其获得能量的主要植物。豆科的小花棘豆和披针叶黄华等双子叶植物在生境中生物量较高,但皆具毒性(于荣敏,杨桂云,1991;魏启华,赵博光,2000),白唇鹿虽然采食这两种植物,但呈负选择性;生境中金露梅生物量占 11.64%,在双子叶植物中占比例最高,白唇鹿虽然采食,但更倾向于选择采食更容易获得且粗蛋白含量相对较高的莎草科、禾本科和蓼科的几种植物(韩易平等,1990),对其呈负选择性。

本研究采用粪便显微分析法分析白唇鹿食性。该方法是食草动物食性研究中的常规方法(Hansen *et al.*, 1973; 陈化鹏, 萧前柱, 1989; Alipauo *et al.*, 1992; 刘丙万, 蒋志刚, 2002; Sandoval *et al.*, 2005; Mellado *et al.*, 2005; 郑荣泉, 鲍毅新, 2007), 具有易于取样和对动物干扰小的优点, 在食草动物食性研究中得到广泛应用, 也是唯一被用来确定珍稀和濒危动物食性的技术(Putman, 1984)。作为食性定量分析方法, 粪便分析方法存在一定范围的偏差, 而这与动物对各种植物的不同消化程度和食草动物自身的生理差异有关(Plumtre, 1995)。尽管如此, 目前显微组织分析在测定各种食物的大致比例和说明其季节变化时仍是十分有效的实用方法(Schaller & Ren, 1988)。

4 参考文献

蔡桂全. 1988. 中国的白唇鹿[J]. 兽类学报, 8(1): 7-12.

蔡联炳, 王世金, 李建华. 1991. 中国主要禾本科植物叶片表皮细胞、表皮附属物的常见类型及其分类价值的初步探讨[M]// 高原生物学集刊. 北京: 科学出版社: 1-14.

曹伊凡, 苏建平. 2006. 一种用于食草动物粪便显微组织分析的临时装片新技术[J]. 兽类学报, 26(4): 407-410.

陈化鹏, 萧前柱. 1989. 带岭林区马鹿冬季食性研究[J]. 兽类学报, 9(1): 8-15.

韩易平, 吴家炎, 郑生武. 1990. 白唇鹿食性的调查研究[J]. 华东师范大学学报(哺乳动物生态学专辑), 9: 79-83.

康乐, 陈永林. 1992. 草原蝗虫食料植物叶片表皮显微结构的研究[M]// 草原生态系统研究(第4集). 北京: 科学出版社: 125-139.

李俊生. 2003. 反刍动物的食物选择及其影响因素[J]. 兽类学报, 23(1): 66-73.

李正理, 张新英. 1983. 植物解剖学[M]. 北京: 高等教育出版社: 7-75.

刘丙万, 蒋志刚. 2002. 粪样在野生动物研究中的作用[J]. 动物学研究, 23(1): 71-76.

皮南林. 1980. 白唇鹿的放牧食性观察[J]. 野生动物保护与利用, 1: 31-34.

宋永昌. 2001. 植被生态学[M]. 上海: 华东师范大学出版社: 553-554.

孙儒泳. 2001. 动物生态学原理[M]. 北京: 北京师范大学出版社: 361-368.

魏启华, 赵博光. 2000. 披针叶黄华生物碱及其生物活性[J]. 南京

林业大学学报, 24(5): 73-76.

吴家炎, 裴俊峰. 2007. 白唇鹿的研究现状及保护策略[J]. 野生动物杂志, 28(5): 36-39.

吴家炎. 1999. 中国白唇鹿[M]. 北京: 中国林业出版社: 1-50.

于荣敏, 杨桂云. 1991. 小花棘豆毒性生物碱的研究[J]. 中国中药杂志, 16(3): 160-163.

余玉群. 1990. 白唇鹿性行为观察[J]. 兽类学报, 10(3): 235-236.

郑荣泉, 鲍毅新. 2007. 有蹄类食性研究方法及其研究进展[J]. 生态学报, 24(7): 1532-1539.

郑生武, 吴家炎, 韩亦平. 1989. 白唇鹿食性与繁殖的初步观察[J]. 兽类学报, 9(2): 123-129.

Alipauo D, Valdez R, Holechek K. 1992. Evaluation of microhistological analysis for determining diet botanical composition [J]. Journal of Range Management, 45(2): 148-152.

Anthony RG, Smith NS. 1974. Comparison of rumen and fecal analysis to describe deer diets[J]. J Wild Manage, 38: 535-540.

Batali GO. 1985. Nutrition, Biology of New World Microtus[J]. Special Publication of the American society of Mammalogists, 8: 778-811.

Hammer, Harper DAT. 2006. PAST, Version 1.57[CP]. Available at: <http://folk.uio.no/ohammer/past/>.

Hansen RM, Peden DG, Rice RW. 1973. Discerned fragments in feces indicates diet overlap [J]. Journal of Range Management, 26(2): 295-298.

Harris RB, Leslie D. 2008. *Bos mutus*[J/OL]// 2008 IUCN Red List of Threatened Species. International Union for the Conservation of Nature, Gland, Switzerland. <www.redlist.org> (downloaded on 24 February 2008).

Ivlev VS. 1961. Experimental ecology of the feeding of fishes[M]. New Haven: Yale University Press.

Leighton M. 1993. Modeling dietary selectivity by Bornean orangutans: evidence for integration of multiple criteria in fruit selection[J]. International Journal of Primatology, 14(2): 257-313.

Mellado M, Olvera A, Quero A. 2005. Diets of prairie dogs goats and sheep on a desert rangeland[J]. Journal of Range Management, 58(4): 373-379.

Petrides GA. 1975. Principal foods versus preferred foods and their relations to stocking rate and range condition[J]. Biological Conservation, 7(3): 161-169.

Plumtre A. 1995. The chemical composition of montane plants and its influence on the diet of the large mammalian herbivores in the Parc National des Volcans, Rwanda[J]. Journal of Zoology, London, 235: 323-337.

Putman RJ. 1984. Facts from faeces[J]. Mammal Rev, 14(2): 79-97.

Sandoval L, Holechek J, Biggs J. 2005. Elk and mule deer diets in north central new Mexico [J]. Journal of Range Management, 58(4): 366-372.

Schaller GB, Ren JR. 1988. Effects of a snowstorm on Tibetan antelope [J]. Journal of Mammalogy, 69: 631-634.

Strauss RE. 1979. Reliability estimates for Ivlev's Electivity Index, the forage ration, and a proposed linear index of food selection[J]. Transactions of the American Fisheries Society, 108: 344-352.

Takatsuki S, Ohtaishi N, Kaji K. 1988. A note on fecal and rumen contents of white-lipped deer on eastern Qinghai-Tibet plateau[J]. Journal of the Mammalogical Society of Japan, 13(2): 133-137.