

新疆北部鹅喉羚的食性分析

徐文轩^{1,2} 乔建芳^{1,2} 刘伟^{1,2} 杨维康^{1*}

(1 中国科学院新疆生态与地理研究所, 乌鲁木齐 830011) (2 中国科学院研究生院, 北京 100049)

摘要: 2006年10月至2007年8月, 作者采用粪便显微分析法研究了新疆卡拉麦里山有蹄类保护区鹅喉羚的四季食性以及冬季绵羊的食性。结果发现: 鹅喉羚共采食16科47种植物; 不同季节间鹅喉羚食性有明显变化, 秋季采食7科24种植物, 冬季采食6科17种植物, 春季采食16科41种植物, 夏季采食12科30种植物; 藜科、禾本科植物是鹅喉羚全年的主要食物来源, 占鹅喉羚总采食量的38.8~85.1%, 非禾本科草本植物也在鹅喉羚食物组成中占有重要地位; 春季短命和类短命植物对鹅喉羚有重要意义, 占春季采食量的27%。针茅在四季都是鹅喉羚采食的主要植物; 春季和夏季鹅喉羚采食较多的驼绒藜, 秋季和冬季梭梭被较多采食。由于干旱胁迫, 春季、夏季和秋季鹅喉羚喜食含水量较高的多根葱、骆驼蹄瓣、粗枝猪毛菜等非禾本科草本植物。冬季鹅喉羚与绵羊间的生态位宽度相近, 食物重叠指数高达76.6%, 绵羊与鹅喉羚之间食物竞争明显。

关键词: 鹅喉羚; 粪便显微分析; 食性; 食物重叠; 种间竞争

中图分类号: Q958.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-1050 (2008) 03-0280-07

Food habits of goitered gazelles (*Gazella subgutturosa sairensis*) in northern Xinjiang

XU Wenxuan^{1,2}, QIAO Jianfang^{1,2}, LIU Wei^{1,2}, YANG Weikang^{1*}

(1 Xinjiang Institute of Ecology and Geography, the Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China)

(2 Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: We quantified food habits of goitered gazelle (*Gazella subgutturosa sairensis*) and domestic sheep at Kalamaili Mountain Nature Reserve in northern Xinjiang, October 2006 – August 2007, using faecal microscopic methods. We identified 47 plant species in goitered gazelle fecal samples, representing 16 families. Diets varied seasonally: in autumn, we documented 24 plant species from 7 families consumed by gazelles; in winter, gazelles consumed 17 plant species from 6 families; 41 plant species from 16 families used by gazelle in spring; and 30 plant species from 12 families used by gazelles in summer. Chenopodiaceae and Gramineae were major foods of goitered gazelles, comprising 38.8–85.1%, and the forbs were often grazed by the gazelle; spring ephemeral plants and ephemeroïd plants were very important to the gazelle, comprising 27% of its spring food components. Over all seasons, *Stipa glareosa* was a major food of gazelles, *Ceratoides latens* was mainly used in spring and summer, whereas in autumn and winter, gazelles consumed a large amount of *Haloxylon ammodendron*. Because of the hot and dry climate, forbs with higher water content, such as *Allium polyrhizum*, *Zygophyllum rosovii*, *Salsola subcrassa* were favored by gazelles. In winter, domestic sheep had similar food niche breadth with goitered gazelle, and food overlap index was 77%.

Key words: Goitered gazelles (*Gazella subgutturosa*); Faecal microscopic analysis; Food habit; Food overlap; Interspecific competition

鹅喉羚 (*Gazella subgutturosa*) 又名长尾黄羊, 为国家二级保护动物, IUCN 将其列为 VU 级 (易危种) (May, 2006)。目前, 世界范围内的鹅喉羚均处于濒危状态。有关鹅喉羚食性都为某一季节的食性研究 (Mohamed *et al.*, 1991; Hu *et al.*,

1998; 孙铭娟, 2003), 缺乏系统研究。动物的食性分析是研究动物栖息地需求的核心内容, 有蹄类动物食性的研究是一项基础生态学研究 (郑荣泉和鲍毅新, 2004), 对栖息地评价、容纳量估计、能量代谢以及种间关系等研究有重要价值 (Brian,

基金项目: 中国科学院知识创新工程重要方向资助项目 (KZCX3-SW-343)

作者简介: 徐文轩 (1979-), 男, 在读硕士, 主要从事动物生态学研究。

收稿日期: 2007-12-09; **修回日期:** 2008-05-26

* 通讯作者, corresponding author, E-mail: Yangwk@ms.xjb.ac.cn

1986; Jacob *et al.*, 1997; 李迪强等, 1999; Atle, 2000; 刘丙万和蒋志刚, 2002; Valerio *et al.*, 2004)。我们于2006年9月至2007年8月在新疆卡拉麦里山有蹄类保护区内开展了鹅喉羚准噶尔亚种 (*Gazella subgutturosa sairensis*) 的食性研究, 同时探讨了冬季鹅喉羚与绵羊 (*Ovis aries*) 间的食物重叠。

1 研究地点

卡拉麦里山有蹄类保护区 (以下简称卡山保护区) 是新疆乃至全国重要的荒漠有蹄类动物保护区之一, 占地18 000 km²。该保护区位于新疆北部准噶尔盆地东部, 域内气候干旱多风沙, 夏季炎热, 冬季寒冷, 雨量稀少, 年降水量159.1 mm, 年蒸发量2 090.4 mm。地貌为低山丘陵及荒漠戈壁 (葛炎等, 2003; 刘伟等, 2008)。保护区内无稳定地表径流, 可为野生动物饮用的水源有两种: 一些地下水位较高的地段有含盐的地下水溢出, 形成盐泉; 春季积雪融化以及夏季阵雨过后, 在低洼地形成的临时性水源 (刘伟等, 2008)。这些泉水和临时性积水是野生动物赖以生存的水源地。

保护区内动植物种类多样, 详见刘伟等 (2008)。其中春季短命植物种类较多, 发育较好, 主要种类有黄芪 (*Astragalus* spp.)、糖芥 (*Erysimum* spp.)、棒果芥 (*Sterigmostemum* spp.)、独尾草 (*Eremurus* spp.)、蓝刺头 (*Echinops* spp.)、小甘菊 (*Cancrinia* spp.)、苦苣菜 (*Sonchus* spp.) 等。该保护区是当地牧民的冬季牧场, 每年冬季约有20万头牲畜, 以绵羊为主, 在保护区内停留约3~5个月。近年来由于保护区内石油开发和国道216线重修一级路面, 使原为半封闭的保护区呈现开放状态 (葛炎等, 2003; 刘伟等, 2008)。人类活动对该保护区的干扰非常强烈。

2 研究方法

2.1 粪便显微分析法

2006年10月至2007年8月, 在保护区采集鹅喉羚粪样, 具体方法见杨维康等 (2005)。采集区域包括保护区的各种地貌和植被类型, 每个季节分别采集30份鹅喉羚粪便。冬季绵羊的粪便则是尾随牧民放牧的羊群采集, 共30份。同期采集鹅喉羚采食生境所有植物标本 (刘丙万和蒋志刚, 2002)。粪便带回实验室后60℃烘干24 h后保存,

每份取3粒混合, 放在搅拌机中打碎, 取少许放入烧杯中加入20%的硝酸溶液水浴加热2~3 min进行解离, 制片10张 (Williams, 1969; Stevens *et al.*, 1987)。用相似的方法, 制作植物叶或嫩枝组织对照样片。

根据得到的植物细胞显微样片和粪便显微样片, 进行对照分析。镜检采用频率转换法, 粪便显微样片在显微镜下放大100倍进行观察, 观察20个视野且不重复。按种 (无法辨认到种的植物则按属) 记录每个视野中出现的可辨认的植物表皮角质碎片。求得每种植物可辨认的表皮角质碎片的出现频率 (F), 依公式 $F = 100 (1 - e^{-D})$ (Johnson, 1982), 转换为每个视野中每种植物可辨认表皮角质碎片的平均密度 (D), D又可转换为相对密度 (RD)。RD = (每种植物可辨认的表皮角质碎片的密度/各种植物可辨认角质碎片的密度之和) × 100%。RD可以作为食物中各种植物实际比例的估计值。

2.2 食物生态位宽度

Shannon-Wiener 多样性指数衡量 (Hanski, 1978):

$$B_j = - \sum P_{ij} \ln (P_{ij})$$

B_j 表示物种 j 的食物生态位宽度。 P_{ij} 表示 i 种给定食物中物种 j 食用的比例。

2.3 鹅喉羚与绵羊的食物重叠指数

Schoener 食物重叠指数 (Schoener, 1968):

$$O_{jk} = 1 - 1/2 \sum |P_{ij} - P_{ik}|$$

O_{jk} 表示两个物种 j 和 k 间的食物重叠指数, P_{ij} 表示 i 种给定食物中物种 j 食用的比例, P_{ik} 表示 i 种给定食物中物种 k 食用的比例。 O_{jk} 为1表示完全重叠, O_{jk} 为0表示没有重叠, Abrams (1980) 认为这是衡量生态位重叠最好的指数。

3 研究结果

3.1 鹅喉羚采食植物种类

在保护区鹅喉羚活动区域内共采集19科54种植物, 并制作了植物表皮细胞显微样片。根据粪便显微分析法从鹅喉羚粪样中共发现16科47种植物, 其中, 鹅喉羚秋季采食7科24种植物, 冬季采食6科17种植物, 春季采食16科41种植物, 夏季采食12科30种植物 (表1)。相应季节的食物生态位宽度分别为: 秋季2.87, 冬季2.59, 春季3.59, 夏季为2.97。

表 1 鹅喉羚的食物组成

Table 1 Dietary components of *Gazella subgutturosa sairensis*

植物名称 Species	采食量 (%) Percentage (%)			
	秋季 Autumn	冬季 Winter	春季 Spring	夏季 Summer
藜科 Chenopodiaceae	45.2	54.1	24.5	24.8
白垩假木贼 <i>Anabasis cretacea</i>	1.0	3.0	0.3	—
粗枝猪毛菜 <i>Salsola subcrassa</i>	8.5	9.4	—	1.7
地肤 <i>Kochia</i> spp.	2.4	3.5	3.4	2.5
短叶假木贼 <i>Anabasis brevifolia</i>	1.4	8.7	2.9	—
角果藜 <i>Ceratocarpus arenarius</i>	7.9	9.2	0.6	3.4
梭梭 <i>Haloxylon ammodendron</i>	9.7	14.9	3.1	2.5
木本猪毛菜 <i>Salsola arbuscula</i>	—	—	4.0	2.8
驼绒藜 <i>Ceratoides latens</i>	6.5	3.7	9.1	10.5
雾冰藜 <i>Bassia</i> spp.	—	—	1.1	1.4
盐生草 <i>Halogeton</i> spp.	3.0	—	—	—
盐爪爪 <i>Kalidium olivaceum</i>	0.6	—	—	—
紫翅猪毛菜 <i>Salsola affinis</i>	4.2	1.7	—	—
禾本科 Gramineae	27.8	31.0	14.3	29.4
芨芨草 <i>Achnatherum splendens</i>	6.1	9.2	2.6	2.5
赖草 <i>Leymus</i> spp.	3.6	1.5	1.1	1.1
芦苇 <i>Phragmites australis</i>	4.2	6.9	2.9	2.3
雀麦 <i>Bromus japonicus</i>	2.4	—	—	1.4
针茅 <i>Stipa glareosa</i>	11.5	13.4	7.7	22.1
菊科 Compositae	6.2	5.2	16.8	7.9
顶羽菊 <i>Acroptilon repens</i>	2.0	—	3.1	1.4
绢蒿 <i>Seriphidium</i> spp.	2.2	—	0.9	0.6
苦苣菜 <i>Sonchus</i> spp.	—	—	2.3	—
蓝刺头 <i>Echinops</i> spp.	—	—	1.7	—
沙蒿 <i>Artemisia</i> spp.	2.0	5.2	2.6	3.1
小甘菊 <i>Cancrinia</i> spp.	—	—	1.4	—
鸦葱 <i>Scorzonera</i> spp.	—	—	3.1	—
紫菀木 <i>Asterothamnus fruticosus</i>	—	—	1.7	2.8
蓼科 Polygonaceae	—	—	7.7	3.9
木蓼 <i>Atraphaxis</i> spp.	—	—	5.4	3.9
沙拐枣 <i>Calligonum</i> spp.	—	—	2.3	—
十字花科 Cruciferae	—	—	5.4	—
棒果芥 <i>Sterigmostemum</i> spp.	—	—	1.4	—
宽叶独苣菜 <i>Lepidium lotifolium</i>	—	—	1.1	—
糖芥 <i>Erysimum</i> spp.	—	—	2.9	—
蒺藜科 Zygophyllaceae	5.8	1.7	3.7	9.6
白刺 <i>Nitraria</i> spp.	2.4	1.7	2.3	2.0
石生霸王 <i>Zygophyllum rosovii</i>	3.4	—	1.4	7.6
白花丹科 Plumbaginaceae	1.2	—	4.3	6.8
补血草 <i>Limonium</i> spp.	1.2	—	2.6	2.5
木本补血草 <i>Limonium suffruticosum</i>	—	—	—	2.3
驼舌草 <i>Goniolimon</i> spp.	—	—	1.7	2.0
百合科 Liliaceae	—	—	6.6	5.9
独尾草 <i>Eremurus</i> spp.	—	—	2.3	—
多根葱 <i>Allium polyrhizum</i>	—	—	4.3	5.9
豆科 Leguminosae	—	—	5.7	—
黄芪 <i>Astragalus</i> spp.	—	—	3.7	—
锦鸡儿 <i>Caragana</i> spp.	—	—	2.0	—
怪柳科 Tamaricaceae	7.6	5.7	1.99	3.1
怪柳 <i>Tamarix</i> spp.	2.6	4.2	0.6	1.1
琵琶柴 <i>Reaumuria soongonica</i>	5.0	1.5	1.4	2.0
麻黄科 Ephedraceae	6.1	2.2	2.0	3.4
蛇麻黄 <i>Ephedra distachys</i>	6.1	2.2	2.0	3.4
莎草科 Cyperaceae	—	—	2.6	1.7
苔草 <i>Carex</i> spp.	—	—	2.6	1.7
唇型花科 Labiatae	—	—	0.9	0.9
兔唇花 <i>Lagochilus</i> spp.	—	—	0.9	0.9
鸢尾科 Iridaceae	—	—	2.3	2.0
细叶鸢尾 <i>Iris tenuifolia</i>	—	—	2.3	2.0
车前科 Plantaginaceae	—	—	0.6	—
车前 <i>Plantago minuta</i>	—	—	0.6	—
旋花科 Convolvulaceae	—	—	0.9	0.6
刺旋花 <i>Convolvulus tragacanthoides</i>	—	—	0.9	0.6

3.2 鹅喉羚食性的季节间变化

在鹅喉羚采食的众多植物中，藜科与禾本科植物是鹅喉羚的主要食物，这 2 科植物占鹅喉羚总采食量的 38.8 ~ 85.1%。藜科植物在秋季和冬季的采食量（45.2% 和 54.1%）明显高于春季和夏季（24.5% 和 24.9%），禾本科植物在春季采食量相对最小（14.3%），夏季（29.4%）、秋季（27.8%）和冬季（31.0%）所占比例较大，以冬季为最。在鹅喉羚食物组成中，灌木类植物所占比例在不同季节间变化不大，冬季（45.2%）所占比例最高，其次是春季（43.9%）和秋季（40.7%），夏季（40.1%）最低。非禾本科草本植物采食量春季最高（41.9%），秋季次之（31.5%），夏季（30.5%）、冬季（23.8%）所占比例最低。

比较不同季节鹅喉羚采食的主要植物种类（选取各个季节采食量排在前 6 位的植物）：针茅

在四季均是鹅喉羚的大宗食物，春季采食量相对较低（7.7%），夏季最高（22.1%）；鹅喉羚在秋季和冬季采食大量的梭梭，采食量分别占食物组成的 9.7% 和 14.9%，夏季采食量最低，为 2.5%；对比冬季与秋季食物组成，变化最大的是假木贼（包括短叶假木贼和白垩假木贼），以短叶假木贼为例，秋季采食量为 1.4%，冬季达 8.7%，增加了 5 倍以上；同春季和夏季相比，粗枝猪毛菜在鹅喉羚秋冬季食物组成中占相当大的比例，分别为 8.5% 和 9.4%；鹅喉羚对芨芨草采食量在秋冬季也明显高于春夏季，分别为 6.0% 和 9.2%；春季（4.3%）和夏季（5.9%）鹅喉羚也采食一定比例的多根葱；驼绒藜是鹅喉羚春季和夏季的大宗食物，分别占食物组成的 9.2% 和 10.5%，秋季（6.5%）和冬季（3.7%）所占比例降低；石生霸王在夏季采食量明显上升，达 7.6%，位列食物组成第三位（表 2）。

表 2 鹅喉羚主要采食植物种类的季节间变化

Table 2 Seasonal use of major food components of goitered gazelles Kalamaili, Xijing 2006 – 2007

植物名称 Species	秋季 Autumn		冬季 Winter		春季 Spring		夏季 Summer	
	比例 Percentage	序位 Rank	比例 Percentage	序位 Rank	比例 Percentage	序位 Rank	比例 Percentage	序位 Rank
针茅 <i>Stipa glareosa</i>	11.5%	1	13.4%	2	7.7%	2	22.1%	1
梭梭 <i>Haloxylon ammodendron</i>	9.7%	2	14.9%	1	3.1%	9	2.5%	14
粗枝猪毛菜 <i>Salsola suberassa</i>	8.5%	3	9.4%	3	0	–	1.7%	21
角果藜 <i>Ceratocarpus arenarius</i>	7.9%	4	9.2%	5	0.6%	38	3.4%	6
驼绒藜 <i>Ceratoides latens</i>	6.5%	5	3.7%	10	9.2%	1	10.5%	2
芨芨草 <i>Achnatherum splendens</i>	6.0%	6	9.2%	4	2.6%	16	2.5%	13
石生霸王 <i>Zygophyllum rosovii</i>	3.4%	12	0	–	1.4%	30	7.6%	3
短叶假木贼 <i>Anabasis brevifolia</i>	1.4%	2	18.7%	6	2.8%	13	0	–
多根葱 <i>Allium polyrhizum</i>	0	–	0	–	4.3%	4	5.9%	4
黄芪 <i>Astragalus spp.</i>	0	–	0	–	3.7%	6	0	–
木本猪毛菜 <i>Salsola arbuscula</i>	0	–	0	–	4.0%	5	2.8%	9
木蓼 <i>Atraphaxis spp.</i>	0	–	0	–	5.4%	3	4.0%	5

3.3 冬季鹅喉羚与绵羊的食物重叠

冬季放牧绵羊采食 5 科 15 种植物，鹅喉羚冬季采食 6 科 17 种植物（图 1）。由上文公式可以算出二者的食物生态位宽度：鹅喉羚为 2.59，绵羊

为 2.51。二者生态位重叠指数为 76.6%。

4 讨论

4.1 鹅喉羚的采食特性

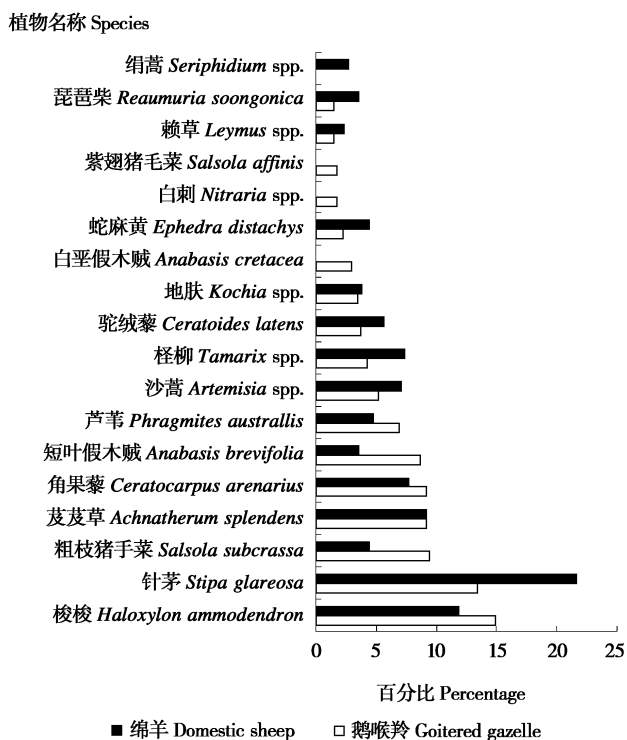


图1 冬季鹅喉羚与绵羊的食物组成比较

Fig. 1 Food components of goitered gazelle and domestic sheep in winter

鹅喉羚为混饲型 (Mixed feeders) 动物 (Clause, 2002)。作者研究亦发现, 鹅喉羚主要以灌木、禾本科草本植物和非禾本科草本植物为食, 这三类食物的比例随季节的变化而变化。蛋白质是生命运动的物质基础。冬季灌木和非禾本科草本植物蛋白质含量高于禾本科植物, 由于冬季非禾本科植物减少, 鹅喉羚采食相对较多的灌木 (例如梭梭)。在植物生长季节 (特别是春季), 非禾本科草本植物种类多样, 营养价值高, 鹅喉羚大量采食。杨维康等 (2005) 认为鹅喉羚这种混饲型食性是基于食物的营养质量, 以达到自身的营养平衡。

研究证明分布于中东和中亚地区的鹅喉羚具有广谱食性 (Mohamed, 1991; Habibi, 1992; Kinswood and Blank, 1996; 孙铭娟, 2003)。本研究结果也证明鹅喉羚为广食性物种。春季由于食物相对缺乏, 短命植物发育较好, 种类丰富, 因此鹅喉羚采食植物种类较多; 夏季和秋季采食种类有所减少, 多采食营养价值高的植物; 冬季采食植物种类组成进一步减少, 原因在于几乎所有植物停止营养生长, 且多数草本植物为积雪覆盖, 可食植物种类迅速减少, 而与夏秋季采食植物种类减少原因不同。

4 个季节的生态位宽度的变化也说明了这个趋势。

4.2 鹅喉羚食物选择的的季节变化

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)。研究结果表明鹅喉羚四季采食植物种类有明显差异, 鹅喉羚对含水量高和粗蛋白含量高的植物有明显的选择性。Grenot (1992) 认为荒漠有蹄类动物能够终身不饮水, 是因为它们采食的食物就能够提供生存所必需的水分。食物中高的粗蛋白含量可以维持高酵解率, 提高对纤维素的消化能力, 进而提高能量利用率 (陈化鹏和萧前柱, 1989)。因此, 鹅喉羚这种季节间的食性变化与鹅喉羚对温带干旱区极端气候的适应有重要意义。

秋季保护区内干旱少雨, 水分是影响鹅喉羚生存的重要因子。梭梭和粗枝猪毛菜含水量较高, 适口性与其它季节相比有所提高, 粗蛋白含量也在 10% 以上 (夏阳, 1993), 因此鹅喉羚大量采食。此外, 针茅是秋季牲畜很好的抓膘牧草, 有“酥油草”之称 (郭选政, 1994)。另外角果藜、驼绒藜、蛇麻黄粗蛋白含量也在 10% 以上 (夏阳, 1993)。这些植物对秋季上膘为越冬作准备的鹅喉羚有重要意义。

冬季水分不再成为制约鹅喉羚选择食物的重要因素, 鹅喉羚通过食雪补充身体所需的水分。但可采食的植物种类减少, 以梭梭为代表的藜科灌木被大量采食 (表 2)。禾本科植物由于其消化率高, 能提供大量的能量, 因此鹅喉羚亦采食较多。例如芨芨草尽管同春季和夏季相比营养价值降低, 但秋冬季鹅喉羚对芨芨草的采食量明显上升。这与普氏原羚 (*Procapra przewalskii*) 类似 (李迪强, 1999)。假木贼尽管营养价值较低, 但是分布广, 资源量大, 冬季干枯后毒性降低, 适口性也有所提高 (于磊等, 2000)。因此, 假木贼成为冬季食物缺乏时鹅喉羚的主要食物之一。

经过冬季大量家畜长达数月的采食, 在研究区春季食物资源变得非常匮乏。与冬季不同的是春季植物开始萌发, 短命植物大量出现, 种类丰富, 导致鹅喉羚采食更多种类的植物。因此含水量高的多根葱和短命植物被大量采食 (27%)。这一时期针茅粗蛋白和粗脂肪含量较高, 以驼绒藜为代表的几种灌木, 返青较早, 营养价值亦高, 导致鹅喉羚大量采食。这些植物在食物相对缺乏的春季对于动物

体能的恢复有重要作用。

夏季由于短命植物消失，可采食植物种类明显减少，但这一时期食物资源充足，鹅喉羚大量采食营养质量较高的针茅和驼绒藜等植物，对其他植物采食量相应减少。依据啃食痕迹判断，春季和夏季鹅喉羚喜食木蓼；而秋冬季木蓼为干枯枝条，因此在鹅喉羚秋季和冬季食物中则未见出现。杨维康等（2005）认为木蓼的盖度是影响鹅喉羚夏季采食地选择的主要因素之一。在干旱炎热的夏季，高含水食物对鹅喉羚的生存至关重要。石生霸王和多根葱因其高含水量而被鹅喉羚采食。

4.3 冬季与绵羊的食性重叠

冬季藜科与禾本科植物是鹅喉羚和绵羊主要的食物来源。冬季鹅喉羚与绵羊的生态位宽度相近，食物重叠指数高达 77%。绵羊一般成几百只的大群活动，在牧民的约束驱赶下，活动范围较小，多在牧草营养价值较高，植物资源丰富的区域采食，且取食植物种类较少，相对集中于优势种和常见种。鹅喉羚则聚群较小，活动范围较大，采食地域相对广阔，对食物的选择性较强。牧民在冬季牧场的选址以及放牧过程中多选择植被状况相对较好的地方，影响了鹅喉羚的生存空间，鹅喉羚被迫采食假木贼等一些营养质量较差的植物。在食物资源匮乏的环境下，较高的食物重叠指数说明绵羊与鹅喉羚在冬季存在强烈的食物竞争关系。冬季是保护区自然条件最严酷，食物最缺乏的季节，此时在保护区内大量放牧绵羊会严重影响鹅喉羚的生存，是制约鹅喉羚种群持续稳定发展的最关键因素。

致谢：感谢新疆卡拉麦里有蹄类保护区喀木斯特保护站工作人员对野外工作的大力支持，感谢中国科学院新疆生态与地理研究所张立运先生、张元明研究员在植物鉴别和实验工作中提供的大力帮助。

参考文献：

- Abrams P. 1980. Some comments on measuring niche overlap. *Ecology*, **61**: 44 – 49.
- Atle M. 2000. Diet overlap among ruminants in Fennoscandia. *Oecologia*, **124**: 1300 – 137.
- Brian K M. 1986. The influence of food habits on the energetics of eutherian mammals. *Ecological Monographs*, **56** (1): 1 – 19.
- Chen H P, Xiao Q Z. 1989. Winter food habits of red deer in Dailing. *Acta Theriologica Sinica*, **9** (1): 8 – 15. (in Chinese)
- Clause M, Lechner-Doll M, Streich W J. 2002. Faecal particle size distribution in captive wild ruminants: an approach to the browser or grazer dichotomy from the other end. *Oecologia*, **131**: 343 – 349.
- Hu D F, Zhang D M, Lan C M. 1998. Ecology habits of *Equus hemionus* and *Gazella subgutturosa* in Kalamaili Ungulate Reserve in Autumn. *Journal of Forestry Research*, **9** (2): 131 – 132.
- Gao X Y, Xu K F, Yao J, Jia Z X. 1996. The population structure of Goitred gazelle in Xinjiang. *Acta Theriologica Sinica*, **16** (1): 14 – 18. (in Chinese)
- Ge Y, Liu C G, Chu H J, Tao Y S. 2003. Present situation of the *Equus hemionus* resources in the Karamori Mountain Nature Reserve, Xinjiang. *Arid Zone Research*, **20** (1): 32 – 34. (in Chinese)
- Grenot C J. 1992. Ecophysiological characteristics of large herbivorous mammals in arid Africa and the Middle East. *Journal of Arid Environments*, **23**: 125 – 155.
- Habibi K. 1992. Reproductive strategy of the Farasan gazelle *Gazella gazelle farasani*. *Journal of Arid Environments*, **24**: 177 – 196.
- Hanski I. 1978. Some comments on the measurement of niche metrics. *Ecology*, **59**: 168 – 174.
- Jacob G S, Daniel O, Lluís J, Xavier R, Vittorio P. 1997. Trophic niche width and overlap of two sympatric gulls in the southwestern Mediterranean. *Oecologia*, **112**: 75 – 80.
- Johnson M K. 1982. Frequency sampling for microscopic analysis of botanical compositions. *Journal of Range Management*, **35** (3): 541 – 542.
- Kingswood S C, Blank D A. 1996. *Gazella subgutturosa*. *Mammalian Species*, **518**: 1 – 10.
- Li D Q, Jiang Z G, Wang Z W. 1999. Activity patterns and habitat selection of the Przewalski's gazelle (*Procapra przewalskii*) in the Qinghai Lake region. *Acta Zoologica Sinica*, **19** (1): 170 – 24. (in Chinese)
- Liu B W, Jiang Z G. 2002. Foraging strategy of Przewalski's gazelle (*Procapra przewalskii*). *Acta Zoologica Sinica*, **48** (3): 309 – 316. (in Chinese)
- Liu W, Yang W K, Xu W X. 2008. Food habits of the Kulan (*Equus hemionus*) in autumn. *Acta Theriologica Sinica*, **28** (1): 33 – 36. (in Chinese)
- May. 2006. IUCN Red List of Threatened Species [EB/OL]. <http://www.redlist.org>.
- Mohamed S A, Abbas J, Saleh M. 1991. Natural diet of the Arabian Rheem gazelle, *Gazella subgutturosa marica*. *Journal of Arid Environment*, **20**: 371 – 374.
- Schoener T W. 1968. The anolis lizards of bimini: resource partitioning in a complex fauna. *Ecology*, **49**: 704 – 726.
- Stevens E J, Stevens S J, Gates R N, Eskridge K M, Waller S S. 1987. Procedure for fecal cuticle analysis of herbivore diets. *Journal of Range Management*, **40** (2): 187 – 189.
- Sun M J. 2003. Habitat selection and food habits of Goitred gazelle, *Gazella subgutturosa sairensis* in southeast of Jungar Basin. MSc. D. Dissertation, Graduate School, Chinese Academy of Science. (in Chinese)
- Valerio A M, Norman O S, Paul C C. 2004. Forage selection by African buffalo in the late dry season in two landscapes. *South African Journal of Wildlife Research*, **34** (2): 113 – 121.
- Williams O B. 1969. An improved technique for identification of plant

- fragments in herbivore feces. *Journal of Range Management*, **22**: 51–52.
- Xia Y. 1993. The type of plant communities and the main herbing plants at the south edge of Gurbantongut Desert. *Arid Zone Research*, **10** (3): 21–27. (in Chinese)
- Yang W K, Qiao J F, Yao J, Gao X Y. 2005. Characteristics of foraging habitat of goitered gazelles (*Gazella subgutturosa sairensis*) in eastern Junggar Basin, Xinjiang. *Acta Theriologica Sinica*, **25** (4): 355–360. (in Chinese)
- Yu L, Wang X Z, Zhu Z H, Tu Z P. 2000. On the natural grass resources and feeding value of State Farm NO. 161. *Journal of Shihezi University (Natural Science)*, **4** (1): 43–49. (in Chinese)
- Zheng R Q, Bao Y X. 2004. Study methods and procedures for ungulate food habits. *Acta Ecologica Sinica*, **24** (7): 1532–1539. (in Chinese)
- 于磊, 王新忠, 朱忠和, 涂志平. 2000. 兵团农九师 161 团天然草地牧草资源及其饲用评价. 石河子大学学报 (自然科学版), **4** (1): 43–49.
- 刘丙万, 蒋志刚. 2002. 普氏原羚的采食对策. 动物学报, **48** (3): 309–316.
- 刘伟, 杨维康, 徐文轩. 2008. 蒙古野驴的秋季食性分析. 兽类学报, **28** (1): 33–36.
- 孙铭娟. 2003. 准噶尔盆地东南缘鹅喉羚 (*Gazella subgutturosa sairensis*) 栖息地选择与食性研究. 中国科学院研究生院硕士学位论文.
- 孙儒泳. 2001. 动物生态学原理 (第三版). 北京: 北京师范大学出版社, 260–261.
- 李迪强, 蒋志刚, 王祖望. 1999. 普氏原羚的活动规律与生境选择. 兽类学报, **19** (1): 17–24.
- 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.
- 杨维康, 乔建芳, 姚军, 高行宜. 2005. 新疆准噶尔盆地东部鹅喉羚采食地的特征. 兽类学报, **25** (4): 355–360.
- 夏阳. 1993. 古尔班通古特沙漠南缘的主要植物群落类型和饲用植物. 干旱区研究, **10** (3): 21–27.
- 郑荣泉, 鲍毅新. 2004. 有蹄类食性研究方法及其研究进展. 生态学报, **24** (7): 1532–1539.
- 高行宜, 许可芬, 姚军, 贾泽信. 1996. 新疆鹅喉羚的种群结构. 兽类学报, **16** (1): 14–18.
- 郭选政. 1994. 新疆半荒漠地带几种小针茅草原的自然特征及其经济评价. 新疆畜牧业, **1**: 28–32.
- 葛炎, 刘楚光, 初红军, 陶永善. 2003. 新疆卡拉麦里山自然保护区蒙古野驴的资源现状. 干旱区研究, **20** (1): 32–35.

更正: 我刊 2008 年第二期第 191 页右排第一行应为: 求偶叫声 V2 (图 5c, d): 从窄带语谱图 (图 5c) 分析。

(本刊编辑部)