

269-275

5690(8)

第16卷第3期

生态学报

Vol. 16, No. 3

1996年6月

ACTA ECOLOGICA SINICA

Jun., 1996

马鹿和狍饲料植物的营养质量

马建章 陈化鹏 孙中武 李 枫

王 槐 李 飞

(东北林业大学野生动物资源学院, 哈尔滨, 150040)

杜永欣 李 杰

(黑龙江省通河县马龙狩猎场)

5865.404

A

摘要 本研究测定了14种木本植物的枝和叶以及苔草、非禾本和莎草科草、蕨、榆树皮的粗蛋白(CP)、中性洗涤纤维(NDF)、酸性洗涤纤维(ADF)、钙(Ca)、磷(P)、钠(Na)、钾(K)等营养成分和体外干物质消化率(IVDDM)。结果表明, 各类饲料植物中营养成分的含量存在显著的差异($P < 0.05$)。木本植物叶中CP的含量在全年呈最高趋势, 枝条中CP含量为最低; 木本植物枝条中NDF和ADF的四季含量最高, 非禾本和莎草科草中的NDF和ADF的含量最低。Ca在木本植物的枝条和非禾本及莎草科草中的四季含量最高, 在苔草中的含量最低; K在非禾本和莎草科草以及蕨类中的四季含量最高, 在木本植物枝条中的含量最低; P和Na在各类饲料植物中的四季含量变化很大。木本植物枝条中CP含量的季变化很小, 木本植物的叶、苔草、非禾本和莎草科草及蕨中CP的含量从春到秋逐渐减少。各类饲料植物中NDF和ADF在春季的含量明显地低于其它季节。K在各类饲料植物中的含量由春季到冬季呈下降趋势, 而Ca、P、Na在不同饲料植物中的含量表现出不同的季节变化。马鹿和狍对饲料植物干物质的体外消化率与饲料植物中CP的含量存在显著的正相关, 与ADF存在显著的负相关。

关键词: 马鹿, 狍, 饲料植物, 营养质量。

SEASONAL NUTRITIONAL QUALITY OF RED DEER AND ROE DEER FORAGES IN SOUTHERN XIAO XINGAN MOUNTAINS, CHINA

Ma Jianzhang Chen Huapeng Sun Zhongwu

Li Feng Wang Huai Li Fei

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

Du Yongxin Li Jie

(Tonghe hunting farm, Heilongjiang Province)

Abstract In this study, the contents of 8 nutrients (CP, NDF, ADF, IVDDM, Ca, P, Na, K) were measured for the twigs and leaves of 14 browse species, sedges, forbs, ferns and the

* 国家自然科学基金资助项目。

收稿日期: 1993 09 20, 修改稿收到日期: 1995 04 06。

bark of *Ulmus* spp., collected in the southern Xiao Xingan Mountains, northeastern China, from 1991 to 1992. The results show that there was a significant difference in the content of those 8 nutrients for each forage item ($P < 0.05$). The seasonal content of crude protein was highest and lowest in the leaves and the twigs of browses, respectively. The seasonal content of neutral and acid detergent fiber (NDF and ADF) reached highest in the browse twigs, and decreased to the lowest level in forbs. The seasonal content of calcium was highest in the browse twigs and forbs, and lowest in the sedges. For the potassium, it was highest in the forbs and ferns, and lowest in the browse twigs. The seasonal content of phosphorus and sodium changed greatly, and showed no consistent patterns in each forage item.

The content of crude protein showed a little seasonal variation in the browse twigs, but it decreased continuously in the browse leaves, sedges, forbs and ferns, from spring to autumn. Each forage item had lower content of NDF and ADF in spring than in other seasons. There was a decreasing trend in the content of potassium while different seasonal pattern of change existed in the content of calcium, potassium and sodium for each forage item from spring to winter. The *in vitro* digestible dry matter was positively and negatively related to the content of crude protein and ADF, respectively.

Key words: *Cervus elaphus*, *Capreolus capreolus*, forage plants, nutritional quality.

马鹿(*Cervus elaphus*)和孢(*Capreolus capreolus*)是东北林区两种常见的具有很高经济价值的鹿科动物。食物的营养质量对鹿类种群的动态存在着直接的影响。因此,饲料植物营养质量的分析与评价对了解鹿类种群的动态和生存对策具有重要的意义。这方面的研究工作,国内尚少。笔者曾评价了马鹿和孢冬季饲料植物的营养质量^[1];徐宏发等^[2,3]测定了人工饲料条件下林麝和梅花鹿的饲料植物的干物质消化率。有关鹿类在自然状态下所采食的饲料植物的营养质量及其季节变化的评价尚无报道。

饲料植物营养质量的评价包括营养成分分析和干物质表观消化率测定两方面。此外报道对马鹿和孢饲料植物中主要营养成分含量的测定结果与分析,探讨马鹿和孢对饲料植物的干物质体外消化率与饲料植物中主要营养成分含量间的相关关系。

1 材料与方法

1.1 饲料植物样本的收集

饲料植物采自黑龙江省通河县乌龙狩猎场马鹿和孢的取食地。通河县位于黑龙江省松花江中游北岸,小兴安岭南麓(128°40'~129°25' E, 45°43'~46°46' N)。乌龙狩猎场位于通河县东北部,总面积为 30000 hm²。乌龙狩猎场为低山区,平均海拔 600 m。植被层小兴安岭植物区系,以针阔混交林和阔叶林为主。

样本于 1991 年 7 月、9 月、11 月和 1992 年 1 月、3 月、5 月采集。每个植物样本至少采集于 20 株植物。苔草、非禾本和莎草科草以及蕨类的分析样本为混合样本,由如下方式构成:其中的每种植物取等量干重混合而成。苔草混合样包括 4 种:羊胡子苔草(*Carex callitrichos*)、毛缘苔草(*C. campylorhina*)、凸脉苔草(*C. lanceolata*)和宽叶苔草(*C. siderosticta*);非禾本和莎草科草包括 8 种:酢酱草(*Oxalis corniculata*)、驴蹄菜(*Caltha palustris*)、龙牙草

(*Agrimonia pilosa*)、多被银莲花(*Anemone raddeana*)、轮叶婆婆纳(*Veronica sibirica*)、广布野豌豆(*Vicia cracca*)、山尖子(*Cacalia hastata*)、舞鹤草(*Maianthemum bifolium*)；蕨类包括 4 种：蕨菜(*Pteridium aquilinum*)、铁线蕨(*Adiantum pedatum*)、亚美蹄盖蕨(*Athyrium acrostichoides*)、粗茎鳞毛蕨(*Dryopteris crassirhizoma*)。植物样本在 70℃ 烘 48 h 后粉碎，装入广口瓶中待测。

1.2 饲料植物中营养成分含量的测定

用凯氏半微量定氮法测定植物中 CP 的含量，用 Van Soest 法测定植物中的 NDF 和 ADF 的含量，用原子吸收光谱法测定植物中 Na、K、Ca 的含量，用比色法测定 P 含量。每个样本测定 2 个平行样。

1.3 数据分析

数据的统计学分析使用单因素和双因素的方差分析。在方差分析中，百分率数据作反正弦数据转换。在相关分析中，相关系数的检验采用 *t* 检验法。

2 结果

14 种饲料植物样本营养成分(CP、NDF、ADF、Ca、P、Na、K)测定结果见图 1。

木本植物叶中 CP 的四季含量趋于最高(10.72%~28.20%)，而枝条中 CP 的含量(5.45%~6.29%)显著地低于其它饲料植物(9.16%~28.8%) (见图 1-A)。在春季，桦(*Betula* sp.)、柳(*Salix* sp.) 枝条(6.18%和 6.40%)和糠椴(*Tilia mandshurica*)、杨(*Populus* sp.) 叶(33.16%和 30.88%)中含有较高的 CP；夏季，青楷子(*Acer tegmentosum*)、糠椴和杨的枝条(7.56%，6.94%和 6.75%)以及柳叶(23.25%)中 CP 含量较高；秋季，刺五加(*Acanthopanax senticosus*)、暴马子(*Syriga amurensis*)的枝条(6.89%和 6.63%)，以及桦叶(13.3%)中 CP 含量较高；在冬季，刺老芽(*Aralia elata*)、刺五加、桦的枝条中 CP 含量最高(9.77%，7.79%和 7.80%)，鸡树条子(*Viburnum sargent*)、青楷子的枝条中 CP 的含量均低，以榆树(*Ulmus* sp.) 皮中 CP 含量最低(3.97%)，而红松(*Pinus koraiensis*)和蒙古栎(*Quercus mongolica*)的叶含有较高的 CP(7.01%和 7.66%)。木本植物枝条中的 CP 的四季含量相对稳定，未表现出显著的季节变化($P>0.05$)，而木本植物的叶、苔草、非禾本和莎草科草以及蕨类中 CP 含量从春季到秋季不断下降，表现出显著的季节差异($P<0.05$)。从图 1-A 还可看出，在春、夏、秋季，枝条中 CP 含量种间变化明显小于冬季。因此，枝条中 CP 的含量在春、夏、秋季未表现出显著的种间差异($P>0.05$)，而在冬季存在显著种间差异($P<0.05$)。尽管在春、夏、秋季，木本植物叶、苔草、非禾本和莎草科草以及蕨类在 CP 的含量上表现出一定差异，但方差分析的检验表明这种差异并不显著($P>0.05$)。

木本植物枝条中 NDF 和 ADF 的四季含量(73.53%~83.59%和 54.91%~65.26%)较高，而非禾本和莎草科草中 NDF 和 ADF 的含量(40.24%~57.19%和 20.55%~42.02%)较低(见图 1-B,C)。饲料植物中 NDF 和 ADF 的含量在春季最低，除木本植物的枝条外，其它饲料植物中 NDF 和 ADF 含量从春季到秋季呈增加趋势。从图 1-B、C 中看出，木本植物枝条中 NDF 和 ADF 的含量在冬季的变化较小，其变化程度明显地小于别的饲料植物中 NDF 和 ADF 含量其它季节的变化程度。方差分析的结果也表明，木本植物冬季枝条中 NDF 和 ADF 的含量无显著的月间变化($P>0.05$)，但存在明显的种间差异($P<0.05$)；而木本植物叶、苔草、非禾本和莎草科草以及蕨类中 NDF 和 ADF 的含量表现出显著的季节性变化($P<0.05$)，但不存在明显的种间差异($P>0.05$)。

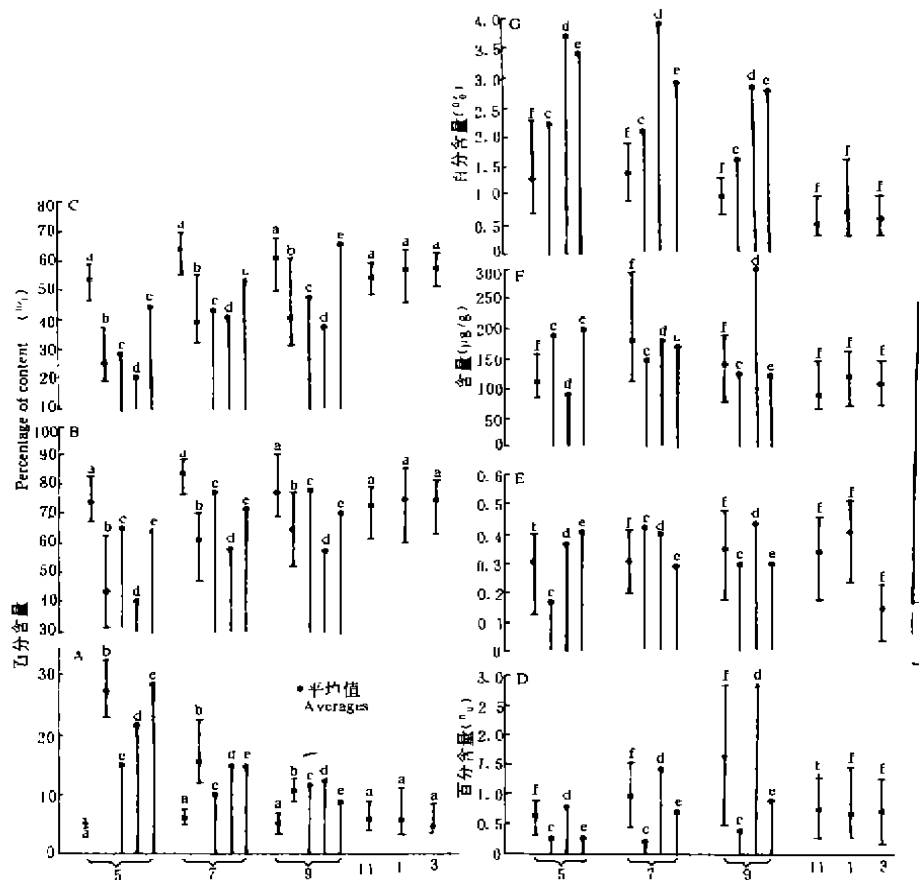


图1 马鹿和狍饲料植物中营养成分的含量(以干物质计)

Fig. 1 Seasonal content of nutrients in red deer and roe deer forages (on the dry matter basis)

A: CP, B: NDF, C: ADF, D: Ca, E: P, F: Na, G: K

a: 木本植物枝条, b: 木本植物叶, c: 苔草, d: 非禾本和莎草科草, e: 蕨类, f: 木本植物枝叶

a, b, c, d, e, f represent the browse twigs, browse leaves, sedges, forbs,

ferns and forage browses, respectively

木本植物枝叶和非禾本及莎草科草中Ca的四季含量较高(0.674%~1.646%和0.769%~2.843%),苔草中Ca的含量较低(0.257%~0.372%)。从春季到秋季,各饲料植物中Ca的含量呈增长趋势,而冬季枝叶中Ca的含量相对稳定(见图1-D)。

春季,非禾本和莎草科草以及蕨类中P的含量较高(0.360%和0.399%),苔草中P的含量最低(0.159%);夏季,苔草和非禾本和与莎草科草中P的含量(0.405%和0.394%)明显地高于木本植物的枝叶(0.297%)和蕨类(0.281%);秋季,非禾本莎草科草中P的含量(0.420%)明显地高于其它饲料植物(0.289%~0.335%)。木本植物枝叶中P的含量在冬末显著降低(0.126%),但是冬季(1月份)枝叶中P的含量(0.392%)仍高于其它季节(0.297%~0.335%)(见图1-E)。

从图 1-F 中可见, 春季, 苔草和蕨类中 Na 的含量($187.66 \mu\text{g/g}$ 和 $200.99 \mu\text{g/g}$)较高, 木本植物枝叶和非禾本与莎草科草中 Na 的含量($113.34 \mu\text{g/g}$ 和 $93.66 \mu\text{g/g}$)较低; 夏季, 苔草中 Na 含量($144.85 \mu\text{g/g}$)明显地低于其它饲料植物($172.17 \mu\text{g/g} \sim 184.53 \mu\text{g/g}$); 秋季, 非禾本和莎草科草中 Na 的含量($304.40 \mu\text{g/g}$)明显地高于其它饲料植物($121.37 \sim 126.59 \mu\text{g/g}$)。在春、夏、秋季, 非禾本和莎草科草中 Na 的含量呈增长趋势, 而苔草和蕨类中 Na 的含量呈递减趋势; 木本植物枝叶中 Na 的夏季含量高于其它季节, 而冬季枝叶中 Na 的含量变化不大。

从图 1-G 中可见, 非禾本和莎草科草以及蕨类中 K 的四季含量($2.819\% \sim 3.910\%$ 和 $2.712\% \sim 3.389\%$)明显地高于其它饲料植物($0.691\% \sim 2.231\%$)。从春季到秋季或冬季, 所有饲料植物中 K 的含量均呈下降趋势。

马鹿和孢饲料植物的体外干物质消化率(IVDDM)与饲料植物中 CP 和 ADF 的相关关系列于表 1,2。

从表 1,2 看出, 除孢对冬季木本植物枝条的 IVDDM 与 CP 和 ADF 无显著的相关关系外, 马鹿和孢对其它饲料植物的 IVDDM 与 CP 和 ADF 存在显著的正相关或负相关($P < 0.05$)。

表 1 马鹿饲料植物的体外干物质消化率(IVDDM, Y)与粗蛋白(CP, x_1)和酸性洗涤纤维(ADF, x_2)的相关关系(1990~1992)

Table 1 The correlation of in vitro digestible dry matter(IVDDM, Y) with the crude protein(CP, x_1) and the acid detergent fiber (ADF, x_2) of red deer forages (1991~1992)

季 节 Seasons	饲料植物的种类 Forage items	回归方程 Regression equations	样本大小 Sample size	相关系数 Correlation coefficients
春、夏、秋、冬 Spring, Summer, Autumn, Winter	枝叶、枝条、苔草、非禾本和莎草 科草、蕨 Browsers, twigs, sedges, forbs, ferns	$Y = 27.65 + 1.41 x_1$	70	0.76^*
春、夏、秋	枝叶、苔草、非禾本 和莎草科草、蕨 Browsers, sedges, forbs, ferns	$Y = 39.89 + 0.73 x_1$	35	0.68^*
春、夏、秋	枝叶 Browsers	$Y = 38.58 + 0.77 x_1$	26	0.72^*
冬	枝条 Twigs	$Y = 27.14 + 0.91 x_1$	35	0.38^*
春、夏、秋、冬	枝叶、枝条、苔草非禾本 和莎草科草、蕨	$Y = 78.68 - 0.73 x_2$	70	-0.72^*
春、夏、秋	枝叶、苔草、非禾本 和莎草科草、蕨 Browsers, sedges, forbs, ferns	$Y = 69.15 - 0.42 x_2$	35	-0.68^*
春、夏、秋	枝叶 Browsers	$Y = 63.48 - 0.32 x_2$	26	-0.55^*
冬	枝条	$Y = 52.87 - 0.35 x_2$	35	-0.46^*

* 相关显著 The correlation is significant ($P < 0.05$)

表 2 孢饲料植物的体外干物质消化率(IVDDM, Y)与粗蛋白(CP, x_1)和
酸性洗纤维(ADF, x_2)的相关关系(1991~1992)

Table 2 The correlation of in vitro digestible dry matter (IVDDM, Y) with the crude
protein (CP, x_1) and the acid detergent fiber (ADF, x_2) of roe deer forages (1991~1992)

季 节 Seasons	饲料植物的种类 Forage items	回归方程 Regression equations	样本大小 Sample size	相关系数 Correlation coefficients
春、夏、秋、冬 Spring, Summer, Autumn, Winter	枝叶、枝条、苔草非禾本和 莎草科草、蕨 Browsers, twigs, sedges, forbs, ferns	$Y = 33.53 + 1.28 x_1$	70	0.48*
春、夏、秋	枝叶、苔草、非禾本 和莎草科草、蕨 Browsers, sedges, forbs, ferns	$Y = 48.82 + 0.64 x_1$	35	0.46*
春、夏、秋	枝叶 Browsers	$Y = 50.15 + 0.60 x_1$	26	0.39*
冬	枝条 Twigs	$Y = 31.07 - 0.20 x_1$	35	0.08**
春、夏、秋、冬	枝叶、枝条、苔草非禾本和 莎草科草、蕨	$Y = 90.39 - 0.90 x_2$	70	-0.67*
春、夏、秋	枝叶、苔草、非禾本和 莎草科草、蕨 Browsers, sedges, forbs, ferns	$Y = 78.46 - 0.50 x_2$	35	-0.60*
春、夏、秋	枝叶 Browsers	$Y = 77.55 - 0.48 x_2$	26	-0.54*
冬	枝条 Twigs	$Y = 39.89 - 0.13 x_2$	35	-0.16**

* 相关显著 The correlation is significant ($P < 0.05$);

** 相关不显著 The correlation is insignificant ($P > 0.05$)

3 讨论

影响饲料植物营养质量的因素十分复杂,通常是多因子相互作用的结果。因此,解释饲料植物营养质量变化的机制极为困难。一般,饲料植物营养质量的变化和植物的物候期密切相关。植物细胞内容物(如粗蛋白、水分、某些矿物元素等)在生长期的植物体中的含量最高,随着植物的成熟,其含量随之下降,在植物休眠期,降至最低点。植物细胞壁成分(如中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维等)季节变化与上述模式相反,随着植物的成熟,这些成分的含量逐渐增加。植物干物质消化率的季节变化与植物细胞内容物的变化相一致。研究木本植物的叶、苔草、非禾本和莎草科草以及蕨类中粗蛋白的含量存在明显的季节变化,但枝条中粗蛋白的含量相对稳定,这一结果与国外一些研究结果是一致的^[4,6]。它也表明蛋白质作为生命运动的物质基础,在植物生长过程中的变化是有一定规律的,这与前面提及有关饲料植物营养质量变化机制的解释是一致的。在本研究地区,木本植物茎中 CP 含量(3.64%~11.48%)与北美地区相似(4.9%~11.0%)^[6],但木本植物叶(8.78%~30.88%)、非禾本和莎草科草(16.51%)以及苔草(12.73%)的 CP 含量均高于北美地区(分别为 5.3%~15.4%, 12.65%~9.98%)。而在本研究中,木本植物枝叶中 CP 含量与东欧

地区一些研究结果相一致^[7-5]。从 NDF 的研究结果中可见, 木本植物的茎(78.0%)、叶(56.3%)、以及非禾本和莎草科草(51.4%)也都高于北美地区(分别为 48.4%、38.0% 和 40.6%)。致使这些研究结果相同或不同, 主要是这些饲料植物的地理分布、生态环境等因素造成的。

人们早已知道, 饲料植物中的矿物元素对植物自身, 作为饲料对动物的生长、繁殖等诸多方面起着极为重要作用。因此, 关于饲料植物中矿物元素的研究已有很多报道。在本研究中, 不同的矿物元素在不同饲料植物中的含量变化是不一致的。同有关的研究报道比较^[4,6,10,11], 可得出这样的结论, 不同饲料植物的矿物元素含量难以找出共有的变化模式, 而且具有较明显的地区差异性^[4,6,9-11]。

在许多研究中, 研究者在测定饲料植物表观消化率的同时, 也测定了饲料植物中细胞内容物和细胞壁成分的含量, 试图找到消化率与这些营养成分含量间的相关关系, 以便能够根据饲料植物中这些成分的含量对饲料植物的表观消化率进行估测。笔者在研究中发现, 马鹿和狍对饲料植物的 IVDDM 与饲料植物中 CP 的含量间存在显著的线性正相关关系(分别为 $r=0.76$ 和 $r=0.48$), 与饲料植物中 ADF 的含量间有显著的线性负相关关系(分别为 $r=-0.72$ 和 $r=-0.67$)。

综上所述, 由于地理位置、生态环境等诸方面的差异, 均可影响饲料植物的生长、繁育, 改变其营养成分的质量和数量。但是, 饲料植物细胞中的某些营养物质(如 CP、NDF、ADF 等)在植物生长发育过程中的变化通常是有一定规律的。对于依靠这些饲料植物为营养源的马鹿和狍来讲, 这样一种相对稳定的生境成了它们赖以生存的基础。而它们对饲料植物的选择, 实为机体代谢对营养成分质量和数量的选择, 通过对马鹿和狍饲料植物营养质量的分析, 更科学地了解马鹿和狍的生活、采食习性及其生态环境。通过这些微观上的分析, 达到在宏观上准确地评价和掌握其对营养物质需求之目的。为保护和繁育野生动物, 保护并合理地调整生态环境提供科学依据。矿物元素不论对植物还是对动物, 都是至关重要的, 由于影响因素很多, 很复杂, 尚需进一步研究探讨。

参 考 文 献

- 1 陈化鹏等. 带岭林区马鹿和狍冬季营养对策的比较. 生态学报, 1991, 11(4): 349~359
- 2 徐宏发、盛和林. 林麝能量代谢与消化率的研究. 华东师范大学学报(哺乳动物生态学专辑)1990, 增刊: 1~7
- 3 金得哲等. 应用人工瘤胃法评定梅花鹿常用饲料营养价值的研究. 中国畜牧杂志, 1987, (6): 8~11
- 4 Oldemeyer J L. et al. Browse quality of the kenai moose population. *J. Wildl. Manage.* 1977, 41: 533~542
- 5 Schwartz C C and Hobbs N T. Forage and range evaluation. In R. J. Hudson and R G. White, eds, *Bioenergetics of Wild Herbivores*. CRC Press, Inc. Boca, Raton, Florida. 1985. 25~53
- 6 Rogers M J et al. *Deer habitat in the ozark forests of Arkansas*. U.S. Dep. Agric. Southern For Exp. Station. 1990. 17
- 7 Drozd A. Seasonal intake and digestibility of natural foods by roe deer. *Acta theriol.* 1979, 24: 137~170
- 8 Bobek B et al. Energy balance and population of elk in Banff National Park. *Acta theriol.* 1983, 28: 259~272
- 9 Halls L K and Epps E A. Jr. Browse quality influenced by tree overstory in the south. *J. Wildl. Manage.* 1969, 33: 1028~1031
- 10 Short H L et al. Selected nutrients in mule deer browse plants. *Ecology*, 1966, 47: 222~229
- 11 Torgerson, O. and Pfander, W H. Cellulose digestibility and chemical composition of Missouri deer foods. *J. Wildl. Manage.* 1971, 35: 221~231