

马鹿的圈养种群粪样中性激素水平 与繁殖行为的关联

李淑玲^① 马建章^{②*} 包军^③

(① 东北农业大学成栋学院 哈尔滨 150030; ② 东北林业大学野生动物资源学院 哈尔滨 150080;

③ 东北农业大学生命科学学院 哈尔滨 150030)

摘要: 2003年9、10月和2004年4~7月,对黑龙江省兰西县榆林镇禄宝种鹿场圈养的天山马鹿(*Cervus elaphus songaricus*)进行了行为观察,并利用放射免疫分析法(RIA)测定了马鹿粪样中的性激素水平,包括雄鹿的睾酮,雌鹿的孕酮、雌二醇和雌三醇。结果表明,圈养条件下天山马鹿繁殖行为呈显著的季节变化。雌马鹿性行为的高发期在9月($P < 0.01$)。在幼仔出生后的6月(高出生月份),嗅仔和舔仔行为显著高于5月和7月($P < 0.05$),极显著高于其他月份($P < 0.01$);嗅仔行为6月份极显著高于其他月份($P < 0.01$);哺乳行为发生的高峰期在6、7两个月,而且发生了显著的异常哺乳与异常授乳行为。雄马鹿嗅尿、卷唇、尿喷洒、腺体标记、鸣叫与蹄地行为发生频次高发期在9、10月($P < 0.01$);饰角发生高峰期在6月,角斗在6月显著高于其他月份;爬胯与搅水或泥浴行为在9、10月显著出现。雄马鹿粪样性激素水平与其繁殖行为呈显著相关;而雌马鹿粪样性激素水平只有孕酮与雌马鹿的部分育幼行为存在显著的相关,与大部分行为不存在显著相关。

关键词: 马鹿; 圈养种群; 性激素; 繁殖行为

中图分类号: Q958 文献标识码: A 文章编号: 0250-3263(2008)04-59-08

The Relation of Fecal Hormone Concentration and Reproductive Behavior of Captive Red Deer

LI Shu Ling^{①②} MA Jian Zhang^{②*} BAO Jun^③

(① Chenglong College of Northeast Agricultural University, Harbin 150030;

② College of Wildlife Resources, Northeast Forestry University, Harbin 150080;

③ College of Life Science, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China)

Abstract: From September to October in 2003 and Four to July in 2004, we examined relation of hormone content in feces and reproductive behaviors of captive Red Deer (*Cervus elaphus songaricus*) in Lubao Deer Fam, Yulin Town, Lanxi County, Heilongjiang Province. We observed the reproductive behavior and examined the content of steroids, testosterone in male feces and, progesterone, estradiol and estriol in female feces by using non-invasive method and radiate immunity analysis (RIA). We found the frequency of sexual behavior of female was higher in September ($P < 0.01$), and the maternal behavior appeared in June after the young born. Frequency of sniffing and licking calf behaviors had a peak value in June. Calling calf behavior also peaked in June. Higher nursing behavior occurred in June and July, and abnormal nursing and receiving nursing behavior also found. A highest frequency of breeding

基金项目 黑龙江省政府博士后基金资助;

* 通讯作者, E-mail: majianzhang@0451.com;

第一作者介绍 李淑玲,女,副教授,博士;研究方向:动物行为; E-mail: hljshulingli@163.com.

收稿日期: 2007-11-15, 修回日期: 2008-03-09

behavior showed by male, such as sniff urine, flehmen, urine spraying, gland marking, bellowing and hoofing turf was detected in September and October. Antler decoration and fighting behavior were observed mostly in June than any in other months. The behavior of mounting and agitating water happened more often in September and October. The fecal hormone concentration was positive related with the reproductive behaviors of males, however, no significant relations were detected between the fecal female hormone concentrations and the breeding behaviors except for nursing behavior and unusual receiving nurse behavior.

Key words: Red Deer; Captive population; Sexual hormone; Breeding behavior

动物季节性发情是与环境季节变化相适应的结果,环境的变化影响季节性发情动物体内性激素的水平,性激素是与行为关系最密切的由内分泌系统分泌的激素,直接影响其发情期各种性行为的发生和表现。近年来很多学者通过动物体内性激素水平的变化,来研究动物繁殖的生理机制。如以粪便中 17α -雌二醇的浓度变化为依据来诊断牛(*Bos taurus*)是否怀孕^[1]。利用粪便中 17β -雌二醇和雌酮诊断母马(*Equus caballus*)和母猪(*Sus scrofa domestica*)早孕^[2];李春旺等^[3]研究了麋鹿(*Elaphurus davidianus*)粪样中性激素变化与行为的关系;李春等探讨了小熊猫(*Ailurus fulgens*)粪样睾酮水平与繁殖周期的关系^[4]。刁晓平等通过圈养海南坡鹿(*Cervus eldi hainanus*)的繁殖行为与粪样中孕酮含量的关系,可以确定海南坡鹿的早孕^[5];Wasser等根据性激素变化情况对怀孕20 d左右的狒狒(*Papio cynocephalu*)早孕诊断获得成功,并适用于区分月经周期中的卵泡中期和黄体期以及估计月经周期的长短^[6]。任宝平等^[7]及高云芳等^[8]分别研究了雄性川金丝猴(*Rhinopithecus roxellanae*)睾酮分泌水平与其社群变化及性行为的相关性。

马鹿(*C. elaphus*)是我国的主要茸用鹿之一,由于马鹿产茸量高,生活力强,耐寒抗病,耐粗饲,在国际市场上具有较强的竞争力和广阔的发展前景。本研究通过对圈养天山马鹿(*C. e. songaricus*)繁殖行为的观察及其粪样性激素水平的测定,探讨马鹿的圈养种群粪样中性激素水平与繁殖行为的关系,以期马鹿的种群扩大和饲养管理提供理论依据。

1 研究方法

1.1 实验动物 于黑龙江省兰西县榆林镇的禄宝种鹿场,在一个面积为 35 m^2 的雄性圈舍内选择成年天山马鹿4只,另一个 200 m^2 的雌性圈舍内24只鹿中选择经产天山马鹿6只,共10只马鹿进行观察实验。

兰西县地处松嫩平原的东南部。海拔在110~150 m左右。地势平坦,平原内有少部分沙丘、盐碱泡和沼泽地。松嫩平原是黑龙江省农牧区,属半湿润、半干旱地区,年降水量仅400~450 mm,风速与风向都表现出明显的季节性变化,年平均风速大部分地区在3~4 m/s。平均气温在 $18\text{ }^\circ\text{C}$ 左右。禄宝种鹿场位于呼兰与兰西县交界200 m处。占地面积 2.5 hm^2 ,圈舍占地 1.1 hm^2 。拥有天山马鹿165头,其中成年雄鹿46头,成年雌鹿68头,育成鹿与当年仔鹿51头。

该鹿场采取圈养的方式,雄鹿和雌鹿隔离饲养。饲喂的粗饲料冬春季以玉米秆、胡萝卜青贮饲料为主,每天饲喂分早、中、晚三次投喂,夏、秋季以青鲜树叶和鲜草为主;精饲料为预混料,主要由玉米面、豆饼、麦麸和少量的盐、多种维生素及矿物添加剂混成,按不同生理时期雌鹿主要在配种期、妊娠期和哺乳期投喂,雄鹿主要在配种期和产茸期投喂,分早、晚两次投喂。

1.2 实验方法

1.2.1 观察方法 行为观察采用扫描取样法,并结合摄像机录制对观察记录进行补充,观察繁殖行为的发生频次和持续时间。顺次观察10头鹿,每头观察时间1.5 min,用0.5 min寻找

下一个目标,全部观察完后,间隔 6 min 再进行下一轮观察与记录。每天 4:30~17:30 时观察 13 h,每月间隔取 4 个观察日,遇风雨等特殊天气则取 3 次,共观察 6 个月。

1.2.2 相关行为定义 本实验观察记录的雌马鹿繁殖行为包括性行为 and 育幼行为。性行为: 频尿 (frequent urinating, FU)、爬胯 (mounting) 同性和接受爬胯 (mount permitting, MP); 育幼行为: 嗅仔 (sniffing calf, SN)、舔仔 (licking calf, LC)、唤仔 (calling calf, CC)、哺乳 (nursing, N)、异常哺乳 (abnormity nursing, AN) 和异常授乳 (abnormity lactating, AL)。观察记录的雄马鹿繁殖行为主要包括下述行为, 探究行为: 嗅尿 (urine sniffing, US)、嗅外阴 (pudendum sniffing, PS)、卷唇 (lip coiling, LC); 标记行为: 尿喷洒 (urine spraying)、腺体标记 (gland marking); 性行为: 爬胯 (mounting); 炫耀行为: 饰角或角触地面 (antler adom or horning turf)、吼叫 (bellowing)、蹄地 (hoofing turf); 占群行为: 角斗 (fighting); 其他行为: 追逐 (chasing a stag, CS)、爬胯同性 (mounting a stag, MS)、搅水或泥浴 (agitating water or wallowing)。

探究行为是雄鹿为获得性行为而进行的对雌鹿发情状态的探查、试探以及对自身的发情状态的标示行为。嗅尿一般指雄鹿嗅闻雌鹿尿液的行为; 嗅外阴指雄鹿嗅闻雌鹿外阴的行为; 卷唇指雄鹿伸颈昂头, 翘起上唇, 缓慢地移动口唇所指的方向, 并发出噗鼻声的行为; 尿喷洒指雄鹿频繁地一边走一边排放尿液的行为; 腺体标记指雄鹿排放尿液用以标记或吸引雌鹿; 蹄地指雄鹿怒目并用一只蹄用力踢打地面; 搅水或泥浴指雄鹿将头部伸进饮水池中频繁而快速地搅动水面, 并弄湿颈部或将弄湿的颈部贴近地面而摆动。频尿指雌鹿频繁排出少量尿液; 嗅仔指雌鹿嗅闻仔鹿的行为; 舔仔指雌鹿舔舐仔鹿身体各处的行为; 唤仔指雌鹿发出叫声呼唤幼仔的行为; 异常哺乳指雌鹿哺乳非亲生幼仔行为; 异常授乳指幼仔接受非亲生母亲的哺乳行为。

1.2.3 样品的采集 在每个观察日前一天早

晨采集所预观察对象的新鲜粪样各 5~6 粒, 用清洁的塑料袋封装并标记好日期、性别、个体号, 在 -20°C 电冰箱内保存。对所观察对象的辨认是通过望远镜跟踪耳朵来识别确认, 以确保所采集的样品是在同一条件水平下, 即跟踪采集, 并避开雨天, 将环境误差降为最小。

1.2.4 药品与试剂 甲醇、石油醚、二氯甲烷、氢氧化钾 (0.1 mol/L)、磷酸盐、明胶, 由百瑞生物公司提供。类固醇激素水平测定使用的试剂盒由北京北方生物技术研究所提供。试剂盒主要技术参数, (1) 测定范围: 睾酮 (T) 为 0.1~20 ng/ml; 孕酮 (P) 为 0.2~100 ng/ml; 雌二醇 (E_2) 为 10~1000 pg/ml; 雌三醇 (E_3) 为 5~900 ng/ml。 (2) 灵敏度: T 为 0.02 ng/ml; P 为 < 2 ng/ml; E_2 为 5.0 pg/ml; E_3 为 0.8 ng/ml。 (3) 精密密度: 批内变异系数 $\text{CV} < 10\%$, 批间变异系数 $\text{CV} < 15\%$ 。

1.2.5 类固醇激素水平的测定 采用放射免疫分析法测定雄鹿的睾酮含量及雌鹿的孕酮、总雌二醇和总雌三醇含量。以李春旺等^[3]的方法提取粪样中的激素。

(1) 睾酮和孕酮的提取: 将湿粪样粉碎混匀, 除去石粒和大纤维等, 取 0.5 g 湿粪样, 加 3.2 ml 甲醇与水的混合液 ($\sqrt{v} = 8:1$), 振荡 1.5 min, 再加入 2 ml 石油醚, 振荡 0.5 min (以除去脂质), 离心 10 min (2000 r/min), 取甲醇层 2 ml 于小试管中, 作为待测样品。

(2) 雌二醇和雌三醇的提取: 0.5 g 湿粪样, 加 3 ml 二氯甲烷和 1.3 ml 氢氧化钾 (0.1 mol/L), 振荡 3 min, 1800 r/min 离心 10 min, 吸去水层, 取其二氯甲烷层 3 ml 于另一试管中, 用 1 ml 蒸馏水洗该二氯甲烷两次, 后取 1 ml 二氯甲烷层于小试管中, 45°C 水浴蒸干待测。测定前, 对于 E_2 , 要向蒸干待测的小试管中加入 0.6 ml 0.1% 的磷酸盐明胶缓冲液 (GPS), 振荡 3 min, 构成待测样品; 对于 E_3 , 向蒸干管中加入 1 ml 蒸馏水, 振荡 3 min, 构成待测样品。用放射免疫 γ 计数器测定 (湖北省樊市综合仪器厂产 FH408 自动定标器, JHS-7 型 γ 闪烁探头)。

粪样中性激素的测定是通过计算机标准拟合曲线进行拟合,经公式 $Y = kx + b$ 进行计算机拟合。经公式 $x = \log(B/B_0)/(1 - B/B_0)$ 计算出鲜样品中各激素浓度值。其中, B_0 为零标准时计数, B 为各样品管计数。再由所得浓度值求出干物质中所含各激素浓度值。换算过程如下,若测定值为 x , 则湿粪样中各激素浓度为: $E_2 = 3.6x \text{ ng/g}$, $E_3 = 6x \text{ ng/g}$, $P = 64x \text{ ng/g}$, $T = 64x \text{ ng/g}$, 式中常数为针对提取稀释过程换算所得。最后,根据各湿样品的激素含量换算成干样品中的含量。

1.2.6 数据统计方法 所取得的数据采用 SPSS 8.0 统计软件包进行处理分析。Descriptive 过程计算平均数和标准差;以 S-N-K^[9] 法(各组行为变量方差齐时)进行行为变量各月间的两两比较和激素采集日间的两两比较;用 Correlate 过程中的 Bivariate 过程来检验

繁殖行为与粪样激素水平的相关程度。所有的图形采用 Excel 和 Photoshop 制作。统计结果中,各行为变量的单位是每头鹿每天(45 min)所发生的频次,数据以 Mean \pm SE 表示。

2 结果与分析

2.1 圈养马鹿繁殖行为的季节变化

2.1.1 雌马鹿繁殖行为的季节变化 在行为发生频次上,所观察到的行为均存在月间的显著差异,雌马鹿性行为的高发期在 9 月,并且极显著高于其他月 ($P < 0.01$)。育幼行为在幼仔出生后的 6 月(高出出生月份),嗅仔和舔仔行为显著高于 5 月和 7 月 ($P < 0.05$),极显著高于其他月 ($P < 0.01$);唤仔行为 6 月份极显著高于其他月 ($P < 0.01$);哺乳行为发生的高峰期在 6、7 两个月份,而且发生了显著的异常哺乳与异常授乳行为(图 1)。

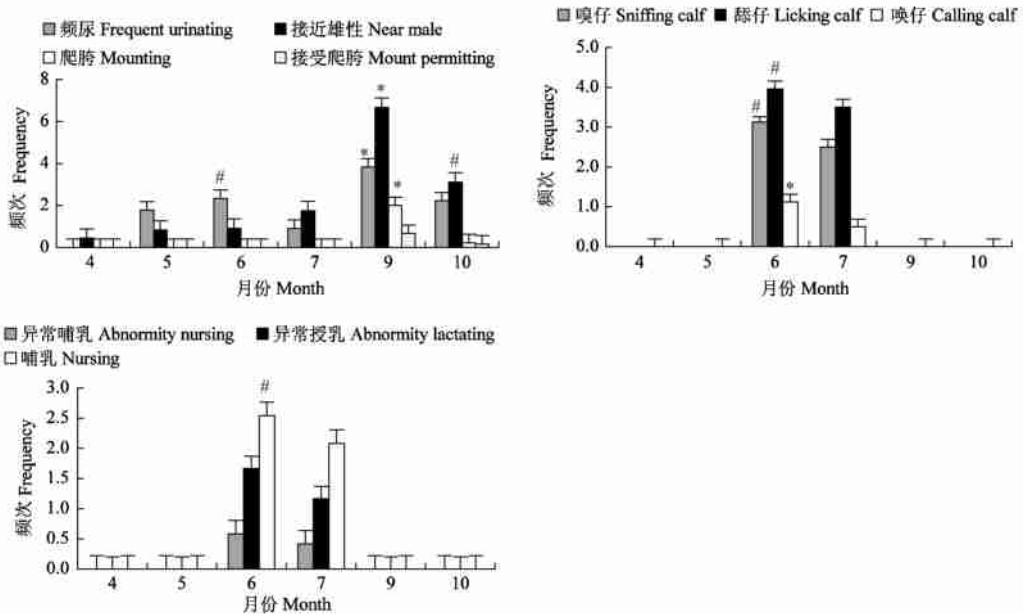


图 1 雌马鹿繁殖行为发生频次的月变化

Fig.1 Monthly frequency changes of reproductive behaviors in female Red Deer

总样本数为 102 次(重复观察所得样本数); * 标记极显著高于无标记月份(S-N-K 法, $P < 0.01$), 显著高于# 标记月份(S-N-K 法, $0.01 < P < 0.05$); # 标记显著高于无标记月份(S-N-K 法, $0.01 < P < 0.05$)。后同

Sample size 102 (Repeated observation); * Significantly higher at $P < 0.01$, # at $0.01 < P < 0.05$. The same as following fig.

2.1.2 雄马鹿繁殖行为的季节变化 嗅尿、卷唇、尿喷洒、腺体标记、鸣叫、蹄地行为高发期在

9、10 月,且极显著高于其他月 ($P < 0.01$); 饰角发生高峰期在 6 月,而且极显著高于其他月

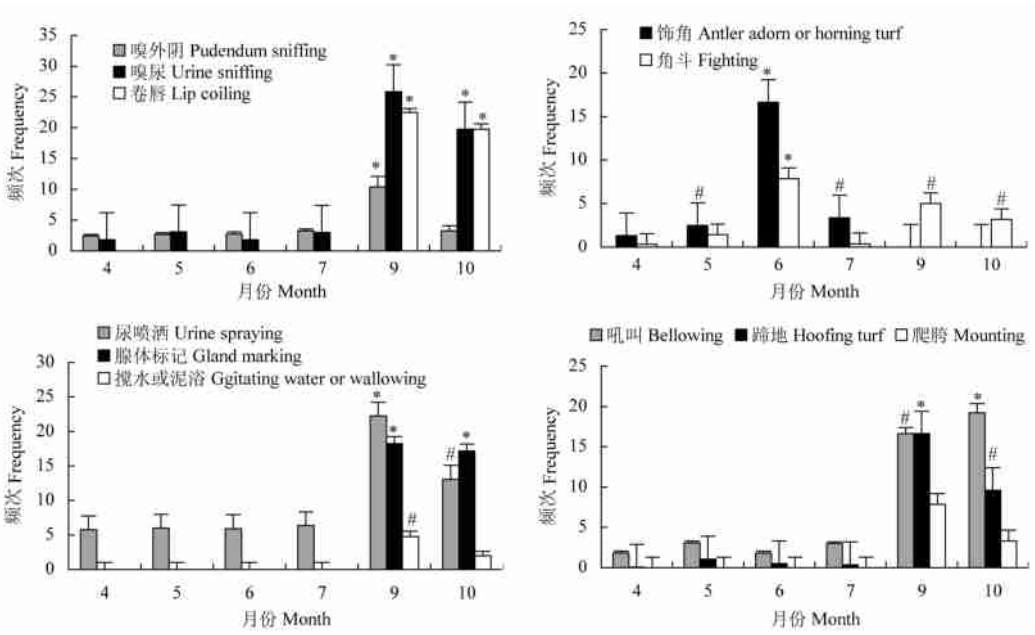


图 2 雄马鹿繁殖行为发生频次的月变化

Fig. 2 Monthly frequency changes of reproductive behaviors in male Red Deer

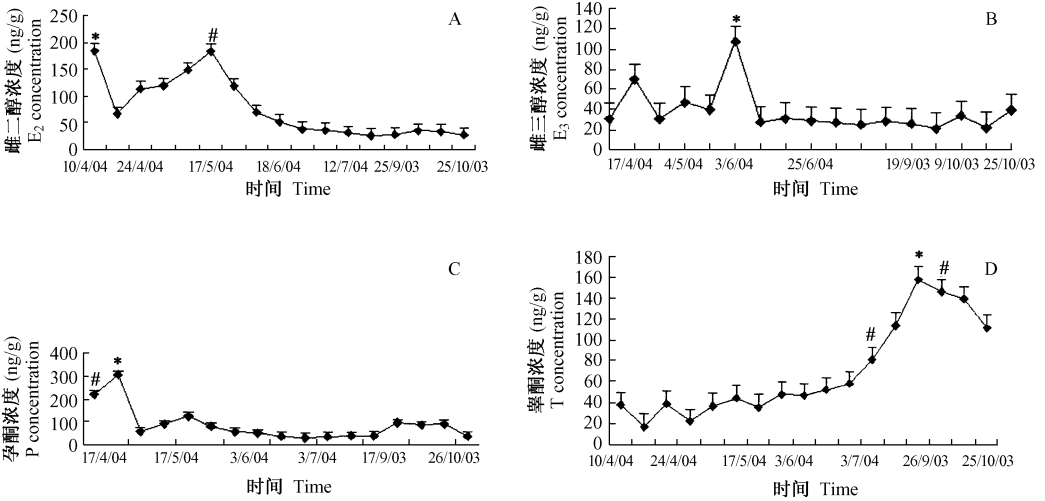


图 3 马鹿粪样中类固醇激素含量的月变化

Fig. 3 Monthly changes of fecal steroids concentrations in Red Deer

份,角斗在 6 月显著高于其他月份; 爬腾、搅水或泥浴行为在 9、10 月显著出现(图 2)。

2.2 粪样中性激素水平与繁殖行为发生频次的关联

2.2.1 粪样中性激素水平的变化规律 雌马鹿粪样中的雌二醇水平和孕酮水平存在显著的

月间差异。雌二醇浓度 5 月显著高于 4 月($P < 0.05$), 极显著高于其他月份($P < 0.01$), 这两月都显著高于其他月份, 而且在 4 月和 5 月存在 2 个峰值, 分别为 4 月 10 日(184.56 ± 16.59) ng/g 及 5 月 17 日(184.16 ± 21.46) ng/g(图 3A)。粪样雌三醇浓度存在 3 个峰值, 分别为 4 月 17

日(69.44 ± 3.46) ng/g、5月4日(47.45 ± 4.62) ng/g、5月17日(108.50 ± 7.84) ng/g(图3B)。粪样孕酮水平在4月较高,且其粪样浓度在4月17日存在一个高峰值(302.79 ± 149.61) ng/g,极显著高于其他月份(图3C)。

雄马鹿粪样中的睾酮水平存在显著的月间差异,在9、10两月内睾酮浓度值较高,极显著高于其他各月份($P < 0.01$),在9月25日出现一个高峰值(159.10 ± 53.52) ng/g,显著高于其他值($P < 0.05$)(图3D)。

2.2.2 繁殖行为发生频次与粪样中性激素水平的关联 雄鹿的繁殖行为嗅尿、嗅外阴、卷唇、尿喷洒、搅水(泥浴)、腺体标记、吼叫、爬胯雄性、角斗、蹄地等的发生频次与粪样中睾酮水平都呈极显著地正相关($P < 0.01$,表1)。而雌马鹿粪样性激素水平只有孕酮与雌马鹿的部分育幼行为存在显著相关,与大部分行为不存在

显著相关(表2)。

表1 雄马鹿繁殖行为发生频次与粪样睾酮水平变化的关系

Table 1 Relation between fecal T level and frequency of reproductive behaviors in male Red Deer

行为 Behavior	相关系数	双侧概率
	Correlation index <i>r</i>	2 tailed <i>P</i>
嗅尿 Urine sniffing	0.683	0.000
嗅外阴 Anogenital sniffing	0.481	0.000
卷唇 Flehmen	0.759	0.000
尿喷洒 Urine spraying	0.769	0.000
搅水(泥浴) Wallowing	0.632	0.000
腺体标记 Gland marking	0.734	0.000
吼叫 Bellowing	0.769	0.000
蹭角 Rubbing antler on ground	0.399	0.000
爬胯雄性 Mounting a stag	0.673	0.000
角斗 Fighting	0.655	0.000
蹄地 Kicking ground	0.678	0.000

表2 雌马鹿性行为发生频次与粪样孕酮、雌二醇、雌三醇水平变化的关系

Table 2 Relation between fecal P, E₂, E₃ level and frequency of reproductive behaviors in female Red Deer

行为 Behavior	孕酮 Progesterone (P)		雌二醇 Estradiol (E ₂)		雌三醇 Estriol (E ₃)	
	相关系数 <i>r</i>	双侧概率	相关系数 <i>r</i>	双侧概率	相关系数 <i>r</i>	双侧概率
	Correlation index	2 tailed <i>P</i>	Correlation index	2 tailed <i>P</i>	Correlation index	2 tailed <i>P</i>
频尿 Frequent urinating	- 0.102	0.306	- 0.142	0.154	- 0.41	0.864
接近雄性 Touching a stag	- 0.022	0.825	- 0.177	0.075	- 0.154	0.121
爬胯 Mounting	- 0.023	0.815	- 0.166	0.096	- 0.105	0.4292
接受爬胯 Accepting mounting	0.023	0.908	0.193	0.052	0.156	0.118
嗅仔 Sniffing calf	- 0.144	0.148	- 0.055	0.584	- 0.156	0.119
舔仔 Licking calf	- 0.261	0.002	- 0.18	0.054	- 0.296	0.003
唤仔 Calling calf	- 0.127	0.205	- 0.085	0.396	- 0.149	0.136
哺乳 Nursing	- 0.293	0.003	- 0.198	0.046	- 0.307	0.002
异常哺乳 Extremely nursing	0.678	0.207	- 0.132	0.187	- 0.137	0.169
异常授乳 Extremely accepting nursing	- 0.228	0.021	- 0.190	0.056	- 0.279	0.004

3 讨论

3.1 马鹿繁殖行为季节变化规律 马鹿属温带鹿类动物, 在秋末初冬季节, 受光周期的影响性腺开始活动^[10], 随着性激素的不断分泌, 繁殖行为开始出现。一般雄鹿繁殖行为早于雌鹿, 当雌雄鹿达到同期发情后才能配种。雌鹿经过一个很长的怀孕期后, 在次年的春夏之际, 即植物开始繁茂的时期产仔, 从而使幼仔在自然界中食物条件最好的时期内生长发育。雌鹿经过营养积蓄后又开始下一轮的繁殖孕育, 雄鹿经过繁重的配种期后, 则进入很长的休情期以恢复体力, 这是一种很好的适应。鹿类动物这种繁殖的季节性出现了繁殖行为的季节性波动^[11]。由于圈养条件下食物丰富, 往往使繁殖季节较野生的提前, 这在本实验中已得到证实, 即本实验记录的繁殖行为在月份间均存在显著差异, 雌马鹿尿频、爬胯和接受爬胯等性行为高发期在 9 月, 并且极显著高于其他月份 ($P < 0.01$), 与雄鹿的性行为旺盛期一致; 雄鹿的性行为旺盛期在 10 月还有一高峰期, 主要是对有些出现复发情的雌鹿进行补配, 以提高其生殖效益的潜力所在。嗅仔、舔仔与唤仔行为的高峰期发生于幼仔出生的高发月份 5、6 月, 雌鹿产仔后, 除了通过气味识别幼仔以外, 更主要的是通过唤仔声及仔鹿的叫声建立与仔鹿更进一步的紧密联系, 此后, 随着仔鹿月龄的增加, 消化能力和采食能力的不断增强及雌鹿乳汁的逐渐减少, 这种行为联系也在不断地降低, 雌性经过一段时间的体力恢复, 为下一轮的配种做好准备。此时期与妊娠初期正好是食物成熟的最佳季节。

本实验动物为雌雄隔离饲养, 雌鹿在准备进行配种的前期, 即 8 月初就人为将雌、仔隔离饲养, 使仔鹿早期断乳, 以促使雌鹿有较长时间的体力恢复期, 为其配种做好充分准备, 因此在 9 月与 10 月的记录中没有看到哺乳与育幼行为变化的出现。实验表明, 在良好的人工饲养管理条件下, 尽早使仔鹿断奶, 既有利于仔鹿的迅速生长, 又有利于雌鹿体力的充分恢复, 使下

一轮有个更好的繁殖周期。

3.2 粪样中性激素水平与繁殖行为变化的关联程度 在周期性繁殖的动物中, 性激素起着重要的作用, 雄激素与雄性繁殖活动密切相关, 性行为集中在发情期, 繁殖季节血浆睾酮水平明显高于非繁殖季节。研究报道驯鹿(*Rangifer tarandus*)、白尾鹿(*Odocoileus leucurus*)、普度鹿(*Pudu pudu*)、得克萨斯南部的豚鹿(*Axis axis*)和麋鹿等都是在睾酮分泌的季节具有发情特点的攻击行为、求偶行为和性行为^[12], 此实验研究也得到同样的结果, 即雄马鹿粪样睾酮水平显著的季节变化, 与繁殖行为的季节变化显著相关, 说明睾酮的季节性波动是雄马鹿繁殖行为的生理基础。

雌激素在繁殖周期也起着重要作用。雌马鹿在繁殖周期受雌激素水平控制, 即雌激素的升高标志着雌性进入繁殖期, 同时伴随繁殖行为的出现。大量研究表明, 雌性在妊娠期血浆雌二醇和孕酮水平逐渐增加, 分娩前孕酮陡然下降, 而雌二醇继续上升, 催乳素增加, 促使泌乳形成, 而产生育幼行为, 使雌性动物进入新一轮繁殖周期。如麋鹿血浆孕酮水平在繁殖周期中变化显著, 并引起 LH 脉冲频率^[13]的变化, 驼鹿(*Alces alces*)及麋鹿粪样孕酮在卵泡期、黄体期和孕期都有不同程度的变化。雌激素能提高雌性性行为的敏感性, 如排卵后的大鼠(*Rattus norvegicus*), 单独给以雌激素能引起脊柱前突行为(lordosis), 如果事先施以孕酮, 则很小剂量的雌激素就足以引起脊柱前突行为^[14]; 雌激素与催乳素共同作用能引起育幼行为, 如以孕酮处理雌羊(*Ovis*), 能使雌羊的育幼行为对雌激素的敏感性增加^[15]。

此次实验结果表明, 雌马鹿粪样雌二醇和孕酮水平有明显的季节差异, 作为雌二醇的主要降解产物雌三醇的季节变化不显著, 但在产仔前期, 即 5 月份也有一个显著的高峰值, 并且与雌二醇的变化趋于对应, 即雌二醇水平的降低正是雌三醇水平增加的过程。雌马鹿雌激素水平在分娩前较高, 而在发情期并无显著上升, 此类与繁殖行为无显著相关的报道很多, 如对

白尾鹿、鹿 (*C. dama*) 的研究发现, 在 LH 最大波动时血浆雌二醇水平并无显著相关, 即发情期的开始与血浆雌激素水平相关性不显著, 麋鹿的粪样激素水平的研究也表明, 粪样雌二醇水平在发情前和发情期均无显著变化, 而 Asa 等报道^[16], 虽圈养狼 (*Canis lupus*) 血清雌二醇水平在发情前和发情期增加, 但与尿标记行为显著不相关。雌马鹿粪样孕酮在分娩前一个月有一个最高水平, 分娩后开始下降, 在交配前降到最低, 而在交配后则出现并维持一段较高水平。一定水平的孕酮只与雌马鹿的舔仔、哺乳与异常授乳等部分育幼行为存在显著的相关。表明雌激素对繁殖行为起着调节作用, 只是不像雄马鹿的性激素调节作用那么强烈。虽然与麋鹿的研究有所不同, 但雌鹿的繁殖行为受多种性激素协调作用来完成, 并且是个长期的过程却是被公认的。另一方面, 繁殖行为的维持受多种社会因子的影响, 如环境因素, 这一点经第二年的种群调整, 使得异常哺乳和授乳行为消失, 而得已证实, 则得到与麋鹿的研究具有相同的结论^[3]。

3.3 异常哺乳行为发生的主要因素 正常情况下, 马鹿的护幼行为很强烈, 在此期间是不允许其他生疏个体, 包括人接近其幼仔, 而且会很好地哺育其幼仔, 对于其他幼仔有一种轻微的攻击性, 即不允许其他幼仔“侵入”, 更何况是授乳。但本实验中观察到异常哺乳与异常授乳行为有较高的发生频率, 从雌鹿粪样激素水平与行为的相关程度来看不存在显著差异, 其原因主要有两点, 一是种群内部因素, 即种群过大, 种群内个体的熟悉程度高, 互相哺育幼仔的“成就感”在彼此学习中得到了进一步的发展^[17]; 二是环境因素, 即很少有陌生个体的接触, 警戒与防卫习性已大大降低, 因此对于非亲生幼仔不仅没有抵触行为, 反而常常发生嗅舔行为, 对于勇于抢乳的幼仔也就不加拒绝。这一方面对于其他幼仔的生长发育是有利的补充, 但对于其亲生幼仔则面临食物的外流, 更严重者在母鹿未生产之前就开始被授乳了, 使得亲生仔鹿出生后得不到初乳的哺育, 将给其生长发育

带来不良的影响。因此, 在生产中要防止和避免此现象的发生, 才能使鹿群很好地生长与繁殖。此结论经第二年种群调整后的变化得到验证, 所以适时对鹿群增加适当的应激因素会使雌鹿母性行为增强。

参 考 文 献

- [1] Mösl E, Choi H S, Wum W, *et al.* Pregnancy diagnosis in cows and heifers by determination of oestradiol 17 alpha in faeces. *Br Vet J*, 1984, **140**: 287~ 291.
- [2] Chamley W A, Buckmaster J M. Changes in the level of progesterone, corticosteroids, estrone, estradiol 17 β , luteinizing hormone, and prolactin in the peripheral plasma of ewe during late pregnancy and at parturition. *Biol Reprod*, 1973, **9**: 30~ 35.
- [3] 李春旺, 蒋志刚, 房继明等. 麋鹿繁殖行为和粪样激素水平变化的关系. 兽类学报, 2000, **20**(2): 88~ 99.
- [4] 李春, 魏辅文, 李明等. 雄性小熊猫粪便中睾酮水平的变化与繁殖周期的关系. 兽类学报, 2003, **23**(2): 115~ 119.
- [5] 刁晓平, 梁宁, 杜世川. 圈养海南坡鹿的繁殖行为与粪样中孕酮含量的关系. 家畜生态学报, 2005, **26**(4): 72~ 74.
- [6] Wasser S K, Monfort S L, Wildt D E. Rapid extraction of fecal steroids for measuring reproductive cyclicity and early pregnancy in free ranging yellow baboons (*Papio cynocephalus cynocephalus*). *Rep Rod Fert*, 1991, **92**: 415~ 423.
- [7] 任宝平, 夏述忠, 李庆芬等. 雄性川金丝猴睾酮分泌与其社群环境变化的关系. 动物学报, 2003, **49**(3): 325~ 331.
- [8] 高云芳, 陈超, 李保国等. 川金丝猴尿液中睾酮水平的季节性变化. 动物学报, 2003, **49**(3): 393~ 398.
- [9] 张文彤. SPSS 统计分析教程. 北京: 希望电子出版社, 2002, 6.
- [10] 张立, 孙儒泳, 房继明等. 光周期和气味信号对雄性布氏田鼠血浆睾酮含量的影响. 动物学报, 2001, **47**(4): 468~ 472.
- [11] Larissa C, Tim H, Clutton B, *et al.* Sex differences in weather sensitivity can cause habitat segregation: red deer as an example. *Animal Behavior*, 2000, **59**(5): 1 049~ 1 060.
- [12] Leader William N. Reindeer on South Georgia. Cambridge: Cambridge University Press, 1988.
- [13] Loudon A S I, Mcleod B J, Curlew J D. Pulsatile secretion of LH during the periovulatory and luteal phases of oestrous cycle in Pere David's deer hind (*Elaphurus davidianus*). *J Reprod Fert*, 1990, **89**: 663~ 670.
- [14] Whalen R E. Estrogen progesterone induction of mating in female rats. *Honn Behav*, 1974, **5**: 157~ 162.
- [15] Keverne E B, Levy F, Poindon P, *et al.* Vaginal stimulation: an important determinant of maternal bonding in sheep. *Science*, 1983, **219**: 81~ 83.
- [16] Asa C S, Mech L D, Seal U S, *et al.* The influence of social and endocrine factors on urine marking by captive wolves (*Canis lupus*). *Horm Behav*, 1990, **24**: 497~ 509.
- [17] 尚玉昌编著. 动物行为学. 北京: 北京大学出版社, 2005, 328~ 357.