

蓝狐发情期及妊娠期血清五种生殖激素含量变化

赵耀^① 刘志平^{①*} 韩欢胜^{②*}

① 东北林业大学野生动物与自然保护地学院 哈尔滨 150040; ② 黑龙江八一农垦大学 大庆 163319

摘要: 为探究发情期及妊娠期雌性蓝狐 (*Alopex lagopus*) 生殖激素的变化规律, 选取 11 只繁殖期雌性蓝狐, 采用放射免疫法 (RIA) 测定血清中雌二醇 (E2)、促黄体生成素 (LH)、促卵泡素 (FSH)、孕酮 (P) 以及催乳素 (PRL) 的含量。结果表明, 促卵泡素和促黄体生成素在发情期及妊娠期血清中浓度一直处于较稳定水平, 并呈波动式分泌, 最大值分别为 (2.18 ± 0.69) U/L 和 (8.82 ± 1.83) U/L, 同种激素不同检测日期数据两两比较差异不显著 ($P > 0.05$); 雌二醇在发情期和妊娠期血清中浓度亦处于较稳定水平, 最大值出现在发情第 1 天, 为 (27.73 ± 23.19) ng/L, 数据两两比较差异亦不显著 ($P > 0.05$); 孕酮在发情期维持较高水平, 最大值在发情第 3 天, 为 (2.41 ± 1.35) μ g/L, 之后在妊娠期持续下降, 分娩当天达到最低点, 为 (0.13 ± 0.14) μ g/L, 数据两两比较差异显著 ($P < 0.05$); 催乳素在发情期先下降, 最低值为 (0.15 ± 0.04) U/L, 第 3 天开始升高, 并在妊娠期保持较高水平, 到分娩时维持最高 (0.21 ± 0.05) U/L, 数据两两比较差异不显著 ($P > 0.05$)。初步探索了 5 种激素含量在发情和妊娠期间的动态变化, 为养殖蓝狐的生殖生理提供参考数据。

关键词: 蓝狐; 发情期; 妊娠期; 雌二醇; 促黄体生成素; 促卵泡素; 孕酮; 催乳素

中图分类号: Q492 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2020) 01-096-05

Changes of Five Reproductive Hormones in Blue Fox during Estrus and Pregnancy

ZHAO Yao^① LIU Zhi-Ping^{①*} HAN Huan-Sheng^{②*}

① College of Wildlife and Protected Area, Northeast Forestry University College, Harbin 150040;

② Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing 163319, China

Abstract: In order to explore the changes in reproductive hormones in female blue foxes (*Alopex lagopus*) during estrus and gestation, 11 breeding individuals were selected and their serum levels of estradiol (E2), luteinizing hormone (LH), follicle-stimulating hormone (FSH), progesterone (P) and prolactin (PRL) were determined by radioimmunoassay (RIA). The results showed that the serum concentrations of follicle

基金项目 国家重点研发计划经济动物高效安全养殖技术应用与示范项目 (No. 2018YFD0502201-10);

* 通讯作者, E-mail: 852108389@qq.com, 490288724@qq.com;

第一作者介绍 赵耀, 女, 硕士研究生; 研究方向: 经济动物繁育技术与应用; E-mail: 422340146@qq.com。

收稿日期: 2019-07-10, 修回日期: 2019-12-11 DOI: 10.13859/j.cjz.202001012

stimulating hormone and luteinizing hormone in estrus and gestation were at a relatively stable level and showed a fluctuating secretion pattern. The maximum values in the two periods were 2.18 ± 0.69 U/L and 8.82 ± 1.83 U/L, respectively. The serum concentration of estradiol in estrus and gestation was also at a relatively stable level, with the maximum value at 27.73 ± 23.19 ng/L on the first day of estrus, but the overall values were not significantly different from each other ($P > 0.05$). Progesterone remained at a high level during estrus, with the maximum value synchronizing with estradiol 2.41 ± 1.35 μ g/L on the third day, which continued to decline during gestation, and reached the lowest point on the day of delivery 0.13 ± 0.14 μ g/L. The overall values were significantly different from each other ($P < 0.05$). Prolactin first decreased during estrus, the lowest value was 0.15 ± 0.04 U/L, and then increased on the 3rd day. The level remained high during pregnancy, and reached the highest level 0.21 ± 0.05 U/L at the time of delivery, with no significant difference in the overall value ($P > 0.05$). The dynamic changes of each index during this period were preliminarily explored to provide reference data for reproductive physiology of blue fox.

Key words: Blue fox, *Alopex lagopus*; Oestrus; Gestation period; Estradiol; Luteinizing hormone; Follicle-stimulating hormone; Progesterone; Prolactin

蓝狐 (*Alopex lagopus*) 是季节性单次发情、自发性排卵动物, 养殖蓝狐的发情期多集中在 3 至 4 月份, 妊娠期平均为 52 d (布隆斯泰特等 2010)。影响蓝狐发情的主要因素是光照, 通过机体内分泌激素水平的变化进行调节 (魏海军 2000)。激素的测定为动物性器官活动、监测、发情、妊娠和健康等方面研究做出了巨大贡献, 已成为动物生殖生理监测中不可或缺的手段之一。本研究检测蓝狐发情和妊娠期血清中有关激素浓度的变化, 旨在了解其内分泌调控机制。

1 材料与方法

1.1 实验材料

于 2018 年 3 至 5 月在哈尔滨华隆蓝狐育种有限公司选取体况良好、发情正常的雌性蓝狐 11 只, 标记为 1~11 号, 常规饲养。通过外阴观测、阴道角化细胞检测、阴道电阻检测综合判定法, 即外阴肿胀开始消退、阴道涂片可见大量角化细胞、阴道电阻值升高后回落, 确定为发情最佳时期 (布隆斯泰特等 2010)。

1.2 实验方法

采用静脉不抗凝采血法, 对 11 只实验狐分别在发情并输精的第 1、2、3、23 和 38 天及分

娩当天(无抗凝剂采血管)采血, 每次采血 5 ml, 采集的血液立即以离心机 (型号为 KL04A, 购自湖南凯达科学仪器有限公司) 3 000 r/min 离心 20 min, 后取上层血清置于 -20 $^{\circ}$ C 冰箱中待测。血清送北京北方生物技术研究所采用放射性免疫法分别检测雌二醇 (estradiol, E2)、促黄体生成素 (luteinizing hormone, LH)、促卵泡素 (follicle-stimulating hormone, FSH)、孕酮 (progesterone, P)、催乳素 (prolactin, PRL) 含量。

1.3 数据处理

采用 SPSS 22.0 和 Excel 统计雌二醇、促黄体生成素、促卵泡素、孕酮、催乳素在血清中的平均水平, 并对结果进行单因子方差分析。

2 结果

2.1 检测结果

11 只雌性蓝狐血清中雌二醇、促黄体生成素、促卵泡素、孕酮、催乳素含量变化情况及显著水平见表 1。

促卵泡素和促黄体生成素在妊娠期一直处于波动式分泌。促卵泡素在发情并输精的第 1 天达到最大值, 不同采样时间的数据两两比较差异均不显著 ($P > 0.05$); 促黄体生成素在第

表 1 蓝狐血清雌二醇、促黄体生成素、促卵泡素、孕酮、催乳素变化情况及显著水平 (平均值 ± 标准差)

Table 1 Changes in levels of estradiol, luteinizing hormone, follicle-stimulating hormone, progesterone and prolactin in serum of blue fox (Mean ± SD)

时间 Date (d)	促卵泡素 Follicle-stimulating hormone (U/L)	促黄体生成素 Luteinizing hormone (U/L)	雌二醇 Estradiol (ng/L)	孕酮 Progesterone (μg/L)	催乳素 Prolactin (U/L)
1	2.17 ± 0.69	8.40 ± 3.20	27.73 ± 23.19	1.53 ± 1.03	0.19 ± 0.04
2	1.86 ± 0.48	8.00 ± 1.72	17.98 ± 25.09	1.59 ± 1.06	0.15 ± 0.04
3	2.13 ± 0.45	8.14 ± 2.41	26.31 ± 60.86	2.41 ± 1.35	0.17 ± 0.02
23	1.85 ± 0.49	7.94 ± 1.57	10.14 ± 4.94	2.08 ± 1.30	0.21 ± 0.05
38	2.01 ± 0.41	8.82 ± 1.83	10.37 ± 4.42	0.53 ± 0.33	0.21 ± 0.05
52	1.79 ± 0.49	7.99 ± 0.99	3.81 ± 2.20	0.13 ± 0.14	0.21 ± 0.05
显著水平 The significance level	$F = 1.07$ $P > 0.05$	$F = 0.27$ $P > 0.05$	$F = 0.80$ $P > 0.05$	$F = 7.11$ $P < 0.05$	$F = 2.08$ $P > 0.05$

显著水平为同组激素不同时间点数据两两比较的结果。

The significance level is the result of pair-wise comparison of the data in the same group of hormones at different time points.

38 天出现最大值, 数据两两比较差异也均不显著 ($P > 0.05$)。说明发情期和妊娠期促卵泡素和促黄体生成素处于较恒定水平。

雌二醇在发情的前 3 天保持较高水平, 最大值出现在第 1 天, 然后开始下降, 数据两两比较差异不显著 ($P > 0.05$)。说明雌二醇在发情期和妊娠期处于恒定水平。

孕酮在前 3 天处于上升趋势, 并在第 3 天达到最大值, 之后逐渐降低, 第 23 天后下降迅速, 第 52 天时达到最低点。其中, 第 3 天与第 23 天相比差异不显著 ($P > 0.05$), 但与第 38 天相比差异显著 ($P < 0.05$)。数据两两比较差异显著 ($P < 0.05$)。说明蓝狐在发情期和妊娠前期孕酮值维持较高水平, 妊娠后期显著下降, 并在分娩当天达到最低。

催乳素先下降后升高, 在第 2 天达到了最低点, 随后开始上升, 在第 52 天达到最高水平, 催乳素数据两两比较差异不显著 ($P > 0.05$)。说明催乳素在发情期和妊娠期一直保持较高水平, 虽有波动但差异不显著。

2.2 激素水平与繁殖结果

检测的 11 只雌性蓝狐 9 只正常产仔, 1 只流产 (2 号), 1 只未怀孕 (10 号)。流产的 2 号狐激素水平变化与其他正常产仔雌性蓝狐一

致, 推测其流产原因与激素水平无关 (图 1)。未怀孕的 10 号蓝狐孕酮含量从发情第 3 天开始下降, 与其他正常产仔雌狐不同, 可能是导致其未能正常受孕的主要因素 (图 2)。

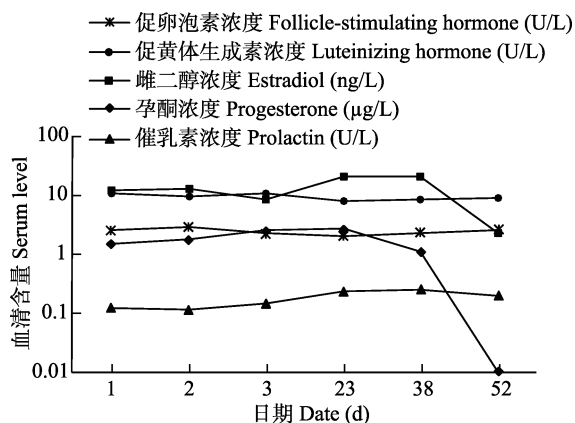


图 1 2 号雌性蓝狐激素变化

Fig. 1 Hormonal changes of female blue fox no. 2

3 讨论

检测垂体分泌的促卵泡素和促黄体生成素可以观察卵巢功能的调节, 观察促黄体生成素的峰值有助于排卵诊断, 孕酮的测定可以了解动物黄体功能, 雌二醇可以进一步了解卵泡与

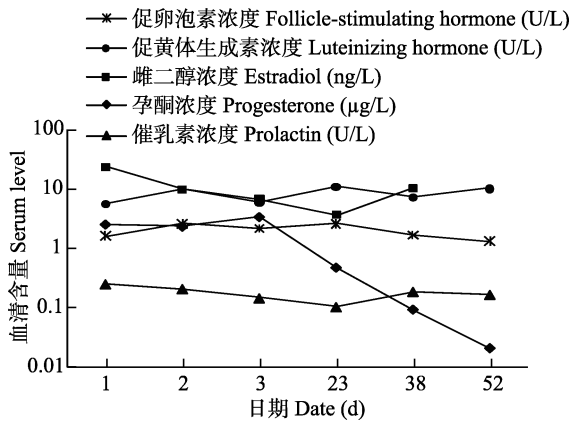


图2 10号雌性蓝狐激素变化

Fig. 2 Hormonal changes of female blue fox no. 10

黄体功能, 而催乳素对黄体的生成和稳定亦有重要作用, 因此, 本实验测定雌二醇、促黄体生成素、促卵泡素、孕酮、催乳素主要是对雌性蓝狐的内分泌进行全面了解, 为养殖蓝狐生殖生理特征提供参考依据(周虚 2015)。

3.1 蓝狐孕酮的分泌特点

蓝狐是季节性单次发情, 自发排卵动物。为了解蓝狐发情前期、发情期、妊娠期及分娩之后血清生殖激素浓度的变化规律, 有学者对蓝狐外周血清生殖激素浓度进行了测定, 发现在蓝狐体内孕酮的趋势与犬类很相似(Christie et al. 1971); Moller (1973, 1974) 监测了雌性蓝狐交配前后血清中孕酮的变化规律, 在发情期和妊娠前期孕酮含量维持较高水平, 妊娠后期显著下降, 并在分娩当天达到最低, 本实验也证明了这一点。Valberg 等(1992) 研究表明, 假孕蓝狐黄体期和怀孕蓝狐妊娠期的孕酮分泌在交配后 8~12 d 内没有差异, 但之后会发生显著性变化, 这与 10 号未怀孕雌狐孕酮的变化趋势相同。李琦(2017) 采用酶联免疫法测定了蓝狐粪便中孕酮浓度, 发情期与妊娠期雌狐孕酮含量的标准差很大, 这也与本实验所得数据间两两比较差异显著 ($P < 0.05$) 相一致。

3.2 促卵泡素和促黄体生成素波动分泌

戚汉君等(1995) 检测了雌性川金丝猴

(*Rhinopithecus roxellanae*) 的促卵泡素和促黄体生成素, 怀孕早期促卵泡素和促黄体生成素浓度较高。Seal 等(1979) 对健康雌狼 (*Canis lupus*) 血浆孕酮、促黄体生成素、雌二醇进行研究, 揭示雌狼在发情期促黄体生成素脉冲式分泌。侯衍猛等(2006) 对莱芜黑山羊 (*Capra hircus*) 促卵泡素和促黄体生成素的检测结果也显示, 呈波动式分泌。这些都与本实验结果相吻合。本实验只针对发情期和妊娠期蓝狐的相关激素水平进行了检测, 其他时期的激素水平还有待于下一步研究。

3.3 雌二醇和孕酮的变化特点

有研究利用粪样对繁殖期麋鹿 (*Elaphurus davidianus*) 的雌二醇和孕酮等进行了检测, 结果表明, 其雌二醇水平, 在发情期并无显著上升, 仅在分娩前升高(李春旺等 2000)。陈伟贞(2016) 检测繁殖期雌性川金丝猴体内的雌二醇达到峰值时孕激素含量维持在较低水平。与本实验结果蓝狐在发情期和妊娠期雌二醇处于恒定水平、雌二醇和孕酮达到最大值后同时下降不甚相同, 可能是物种之间的差异造成, 因为蓝狐是季节性单次发情动物, 缺乏上一个周期的黄体。

蓝狐作为季节性单次发情动物, 与一年内具有多个发情周期的动物相比其生殖激素的分泌有所不同。不同生物学时期动物体内某种激素水平能够反映其相应的生理状态, 因此通过相应的激素检测可以了解动物的繁殖机理提供依据。

参 考 文 献

- Christie D W, Bell E T. 1971. Some observations on the seasonal incidence and frequency of oestrus in breeding bitches in Britain. *Journal of Small Animal Practice*, 12(3): 159-167.
- Moller O M. 1973. Progesterone concentrations in the peripheral plasma of the blue fox (*Alopex lagopus*) during pregnancy and the oestrous cycle. *Journal of endocrinology*, 59(3): 429.
- Moller O M. 1974. Effects of ovariectomy on the plasma progesterone and maintenance of gestation in the blue fox,

- Alopex lagopus*. *Journal of Reproduction & Fertility*, 37(1): 141–143.
- Seal U S, Plotka E D, Packard J M, et al. 1979. Endocrine correlates of reproduction in the wolf. I. Serum progesterone, estradiol and LH during the estrous cycle. *Biology of Reproduction*, 21(5): 1057–1066.
- Valberg N M, Farstad W. 1992. Plasma progesterone during the luteal phase and pregnancy in parturient and barren blue fox vixens. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 42(4): 232–239.
- 布隆斯泰特, 芬尼, 哈里霍尔: 刘志平译. 2010. 养殖狐指南. 哈尔滨: 东北林业大学出版社.
- 陈伟贞. 2016. 川金丝猴雌二醇和孕酮检测方法评估及其在繁殖周期水平研究. 武汉: 华中农业大学硕士学位论文.
- 侯衍猛, 曹洪防, 徐云华, 等. 2006. 莱芜黑山羊发情周期中 FSH、LH、E2 和 P 的分泌规律. *中国兽医学报*, 26(3): 340–343.
- 李春旺, 蒋志刚, 房继明, 等. 2000. 麋鹿繁殖行为和粪样激素水平变化的关系. *兽类学报*, 20(2): 88–100.
- 李琦. 2017. 不同饲养时期蓝狐粪便性激素水平变化的研究. 哈尔滨: 东北林业大学硕士学位论文.
- 魏海军. 2000. 影响母狐繁殖力的因素. *特种经济动植物*, 3(1): 4–5.
- 周虚. 2015. 动物繁殖学. 北京: 科学出版社.

猛禽新书《秃鹫的故事》《猎隼的故事》介绍

由中国科学院新疆生态与地理研究所马鸣研究员主编的图书《秃鹫的故事》和《猎隼的故事》在 2019 年底正式出版。该书属于中国林业出版社“绿野寻踪”系列丛书，图文并茂，各选录 200 余幅图片，合计 20 万字，定价均为 28 元。

秃鹫 (*Aegypius monachus*) 被认为是自然界的清道夫，喜食腐尸，俗称为“座山雕”。其体型甚大，体长可达 1.1 米，翼展达 3 米，为我国猛禽中体型大者。秃鹫主要栖息于高山陡崖、开阔草原及耕作地区，飞翔能力强，可长时间翱翔空中。作为生态系统中的消费者，秃鹫位于食物链的顶端，对维持生态平衡有一定的作用，具有较高的生态、经济价值。由于兽药滥用、栖息地丧失、过度放牧、农药化肥残留、重金属污染（中毒）、高压电网电击、碰撞风电塔架及人为干扰等直接影响，世界鹫类多处于濒危状态，很多物种的地理分布区发生变化，有的物种已处于极危或濒危状态。因此，世界鹫类的保护和研究成为鸟类研究的热点之一。在我国约有 8 种鹫类，占世界鹫类的三分之一，我国政府已将所有鹫类列为国家重点保护野生动物。

猎隼 (*Falco cherrug*) 为中型珍稀猛禽，因为非法捕捉和驯养而数量锐减，已被拟定为国家 I 级保护动物。其性情凶猛，身形矫健，飞行迅捷。它们善于在高速飞行中追捕猎物，其俯冲速度极快，时速可达 200 至 300 千米，完全称得上是疾飞如箭，俯冲似闪电，是优秀的“飞行猎手”。过去，猎隼的分布面积很广，遍布整个欧亚大陆的森林草原带、荒漠稀树草原带，从匈牙利穿越中亚直抵中国大部分地区。近年猎隼栖息地受到严重破坏，加上非法捕捉、驯养、贸易（走私）的影响，如今它们的数量正急剧减少，濒危级别不断提升。

马鸣课题组近年来主要从事我国西部猛禽的野外种群生态调查与研究，先后获得了针对猎隼、金雕、高山兀鹫和秃鹫等多个国家自然科学基金项目资助。课题组成员翻越阿尔泰山、天山、昆仑山，横穿塔克拉玛干沙漠、青藏高原及羌塘地区，足迹遍布中国西部的山山水水。掌握大量第一手资料，他们最先使用无人机寻找鹫巢，最早开始红外相机监测猛禽繁殖，在国内较早使用卫星跟踪器研究猛禽的迁徙。20 多年野外考察，积累了几十万张生态图片，新书浓缩了其中精华。

李军伟

中国科学院大学 北京 100049