

繁殖期雌性蓝狐性激素检测与 性器官组织学观察

赵耀 聂子涵 武晓宇 孙锴 刘志平*

东北林业大学野生动物与自然保护地学院 哈尔滨 150040

摘要: 为了研究繁殖期雌性蓝狐 (*Alopex lagopus*) 类固醇激素含量、发情表现与性器官组织学结构之间的关系, 于 2019 年选取繁殖期不同发情状况的雌性蓝狐, 共 18 只, 分为典型发情、非典型发情和不发情 3 组。通过无损取样法采集粪便与尿液并通过放射免疫法 (RIA) 测定孕酮 (P) 和雌二醇 (E₂) 的含量; 每组选取 1 只在发情并输精的当天取卵巢和子宫, 进行组织学观察。结果显示, 所测定典型发情、非典型发情、不发情蓝狐类固醇激素水平, 雌二醇在尿液中的含量显著高于粪便, 且在不同组间差异明显, 尤其在典型发情组更高, 达到 (11 065.17 ± 546.76) ng/L; 孕酮含量尿液与粪样差异不大, 孕酮含量在典型发情雌性蓝狐粪便与尿液含量差异不显著, 但在不发情雌性蓝狐中差异显著, 为 (16.61 ± 0.63) μg/L。粪尿测定孕酮和雌二醇激素含量与三组不同情况的发情表现相比相关性显著。粪、尿作为类固醇激素检测样本, 虽然含量有差异, 但变化趋势一致, 都可使用。卵巢与子宫在典型发情雌性蓝狐中体积较大, 卵巢可见各级卵泡和多个黄体, 子宫黏膜上皮为柱状上皮, 排列紧密, 固有层内可见大量腺体; 非典型发情雌性蓝狐卵巢、子宫发育状况与典型发情雌性蓝狐相类似; 不发情雌性蓝狐卵巢、子宫呈静息状态, 卵巢中卵泡多处于闭锁状态, 无卵母细胞, 也无黄体, 固有层间质细胞及肌层肌细胞排列更为紧密。说明检测孕酮和雌二醇激素的含量, 可以准确判定蓝狐发情的状态。

关键词: 蓝狐; 发情期; 切片; 雌二醇; 孕酮; 子宫; 卵巢

中图分类号: Q495 文献标识码: A 文章编号: 0250-3263 (2021) 03-384-09

Sex Hormone Detection and Histological Observation of Sex Organs in Breeding Female Blue Foxes

ZHAO Yao NIE Zi-Han WU Xiao-Yu SUN Kai LIU Zhi-Ping*

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

Abstract: To investigate the relationship among steroid hormones, estrous behaviors, and histological changes of sexual organs in breeding female blue foxes (*Alopex lagopus*), female individuals in different breeding stages were designated as three groups: typical estrus, atypical estrus, and non-estrus. Estrus identification,

基金项目 国家重点研发计划项目 (No. 2018YFDO502201-10), 广西自然科学基金项目 (No. 2018GXNSFAA294066);

* 通讯作者, E-mail: 852108389@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: 2020-10-12, 修回日期: 2021-01-06 DOI: 10.13859/j.cjz.202103008

sample collection and hormone determination were performed. The hormone level was determined by radioimmunoassay (RIA) and XH6080 radioimmunoassay system was used in Xi'an Nuclear Instrument Factory. After the standard substance and samples were fully shaken with labeled antibody, they were then placed at room temperature for 15 min, centrifuged at 3 500 r/min for 15 min, and finally the supernatant was absorbed and discarded and the radioactivity count (CPM) of each precipitation tube was measured. Urine was collected and sent directly for hormone examination, and the contents of progesterone (P) and estradiol (E₂) were determined. The ovaries and uterus were taken on the day of estrus and insemination. After dehydration, paraffin embedding, serial section and H.E staining, histological detection was conducted. Observation was conducted under optical microscope at 10 × 10 times lens and 10 × 100 times lens. The results showed that the female blue fox was in different phases of estrus, including vulva, vaginal resistance and keratinocyte stages, as shown in Fig. 1 - 3. The content of estradiol in the urine was significantly higher than that in the feces, especially in the typical estrus group, reaching $11\ 065.17 \pm 546.76$ ng/L, and the difference was significant. However, the content of progesterone in the urine was not significantly different from that in the feces, as shown in Table 2. The content of progesterone in the feces was slightly higher than that of urine in typical estrus females, but significantly higher than that of the urine in non-estrus females 16.61 ± 0.63 g/L, as shown in Table 1. Progesterone and estradiol contents were significantly correlated with estrus performance. When feces and urine were used as steroid test samples, although the hormone contents were different, the hormone changing trend was the same in these two kinds of samples. The ovary and uterus were relatively larger in female blue fox in typical estrus. Follicles at different stages and multiple corpus lutea could be observed in the ovary. The epithelial cells of uterine mucosa were columnar in shape and closely arranged, and a large number of glands could be observed in the lamina propria, as shown in Fig. 4 and 5. The ovarian and uterine development of the atypical estrus female was similar to that of the typical estrus female, as shown in Fig. 6 and 7. In the ovary and uterus of non-estrus female blue fox, the follicles in the ovary were mostly in an atresia state, without oocytes or corpus luteum. The lamina propria interstitial cells and myotrophic myocytes were arranged more closely, as shown in Fig. 8 and 9. It indicates that the blue fox's estrus state can be accurately determined by detecting the content of progesterone and estradiol hormones.

Key words: Blue Fox, *Alopex lagopus*; Oestrus; Section; Estradiol; Progesterone; Uterus; Ovary

蓝狐 (*Alopex lagopus*) 是经济动物, 为季节性单次发情, 自发性排卵, 双角子宫动物, 其生殖机能随着季节而发生规律性的变化 (王西之等 1994)。发情期为 2~4 月, 妊娠期 52 d。在非繁殖季节, 蓝狐的子宫和卵巢为收缩状态, 在 8~10 月蓝狐的卵巢开始逐渐发育, 11 月黄体逐渐消失, 同时, 卵泡开始生长, 性器官开始逐渐发育 (佟煜人等 1990)。内分泌腺分泌的性激素影响性器官的功能发育, 雌激素 (estradiol) 影响动物的发情行为 (杨利国 2003)。排卵后, 卵泡迅速转变成黄体

(progesterone), 黄体分泌孕酮促进子宫内膜和腺体增生, 保证胚泡着床, 维持妊娠。激素的测定为检测动物性器官活动、发情、妊娠和健康等方面研究做出了巨大贡献, 组织切片能准确观察动物的生理特征, 二者已成为动物生殖生理监测中不可或缺的手段 (赵耀等 2020)。目前蓝狐繁殖相关内容已较成熟, 但在养殖中仍有一部分雌性蓝狐出现不发情或发情表现不明显等繁殖障碍问题, 掌握蓝狐的生殖生理规律, 确定其发情表现与组织学结构的关系, 深入了解蓝狐生理结构, 是解决蓝狐繁殖障碍的

基础。本研究旨在探究蓝狐发情表现、激素水平与组织学结构的关系,以便准确判定蓝狐排卵日期,在人工授精时确定具体输精日期,能在生产中有效提高雌性蓝狐受孕率。

1 实验动物

于 2019 年蓝狐繁殖期选取体况良好、常规饲养的雌性蓝狐,共 18 只。分为发情典型、发情不典型和不发情 3 组,每组 6 只。

2 方法

2.1 发情鉴定

采用外阴观察、阴道角化细胞检测和阴道电阻检测综合判定法(高俊泉等 2010),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,为发情最佳时期(布隆斯泰特等 2010)。外阴观察:外阴变化以肿胀程度为指标,可以采用在种狐卡片上画记号的方式,当母狐第一次出现隆起变化时,在种狐的卡片上标记第一个记号(+);2 d 后如果阴部隆起有所增加那么再标记上第二个记号(++),直到肿胀到最大开始回缩时为发情最佳状态。也可配合外阴触摸法感觉外阴坚硬程度变化的方法来检测蓝狐的发情情况。阴道角化细胞学观察:用清洁的棉签顺着蓝狐阴道插入 10 cm 左右,顺时针旋转获得阴道分泌物,将棉签顺着载玻片顺时针转动 360°后(勿重叠和滑动涂抹),进行显微拍照观察,若长时间保存则选择较为典型的角化细胞自然风干后使用甲醇和中性树脂固定后留存。发情前期的角化细胞多为圆形,随着发情期的递进以及激素含量的变化,阴道上皮细胞也逐渐角质化,由圆形慢慢转化为多边形,细胞核慢慢消失,在排卵时,角化率达到最大值,约为 90%,此时是输精的最佳时期。阴道电阻值检测:测情仪结构如图 1 所示,发情开始测量时,要先对测情仪进行调试,检查电池的电量、电阻器的功能状态等,取 4 ml 清洁剂放到盛有温水的清洗桶中,消毒容器中盛有消毒使用的酒精。为了避

免不同个体间病原微生物的传播,使用时至少在消毒管中浸泡 30 s。测量电阻值之前,先把蓝狐阴部四周擦拭干净,之后慢慢将探头插入雌狐阴道的底部,按下开关,当仪表稳定地显示读数时,把探头抽出,记录数据(Ω)。



图 1 测情仪结构图

Fig. 1 Position measure instrument structure diagram

2.2 样本采集

由于发情典型、发情不典型和不发情 3 组发情时间的差异性,每组都进行输精,且在发情并输精的当天采集其粪便和尿液,连续采集 15 d,每只个体每天在同一时间段采集粪尿各一个样本。采集粪便和尿液时,在自封袋上做好编号和采样时间的标记。采样前在笼舍下方铺下干净防水的塑料布,带好 PE 手套,发现粪便立即抓取并放入相对应的自封袋中。每采样一次换一副手套,以免粪样互相混合,影响实验结果。直到粪便达 20 g 左右结束采样。将所采集的粪便放入 -20 °C 冰箱中冷冻待测。待蓝狐排尿后立即采用一次性胶头滴管吸取后滴入 EP 管中并放入 -20 °C 冰箱中冷冻待测。

采集粪尿样本结束后,每组立即选 1 只电击处死,手术打开腹腔,找到子宫和卵巢并取出,用生理盐水冲洗数遍后,放入 10% 的福尔马林中固定。将固定的样本送至北京艾普希隆生物科技有限公司进行脱水、石蜡包埋、连续切片、H.E 染色。将 H.E 染色后的卵巢、子宫

组织切片分别于光学显微镜 (NIKON digital sight DS-FI2) 10 × 10 倍和 10 × 100 倍镜下进行观察。并各选一组有明显特征的组织切片进行显微拍照。

2.3 激素测定

冷冻粪便样品解冻后, 用 CP513 电子天平 (美国奥豪斯, 测量精度 0.01 g) 称取 0.1 g 粪便于离心管中, 加入 80% 的甲醇 (天津市富宇精细化工有限公司) 1 ml; 然后在 70 °C 水浴振荡 (SHA-80, 常州中贝仪器有限公司) 15 min; 冷却至 4 °C, 样品离心 (4 000 r/min), 取上清液至玻璃试管中备用。将剩余残渣加入 0.5 ml 80% 甲醇重新悬浮, 涡旋震荡 (88880018 型, 赛默飞世尔科技公司) 1 min, 4 000 r/min 再次离心 15 min; 合并两次所采集上清液, 将含有甲醇的上清液放入 60 °C 水浴空气吹干仪 (YPNSY-12 金坛区白塔新宝仪器厂) 中浓缩。在送检分析前加 600 μl 0.1 mol/L PB 溶液复溶, 复溶完全后放入 -20 °C 密封容器中, 由北京北方生物科技研究所利用西安核仪厂 xh6080 放免仪将放射性同位素 I¹²⁵ (碘 125) 标记抗原和非标记待测抗原 (标准品、样本加标记物抗体后充分摇匀, 室温放置 15 min, 3 500 r/min 离心 15 min, 吸弃上清) 同时与限量特异抗体进行竞争结合反应, 通过分离未结合的标记抗原, 测定标记抗原-抗体复合物的放射性计数 (cpm), 利用标准曲线和放射免疫法 RIA 的数学模型计算样品中待测物质的含量。标准、质控都双管加样, 标准品线性回归后 r 值大于 0.99, 说明该标准曲线可用, 否则需重新定标。尿液采集后直接送检, 未经处理, 试剂盒采用竞争性放射免疫分析方法, 具体操作按试剂盒说明书进行。

2.4 数据处理

得到数据后采用 SPSS 22.0 和 Excel 软件对实验数据进行处理, 统计雌二醇、孕酮的平均水平, 并对结果进行单因子方差分析。数据 $P < 0.05$ 表示差异显著, $P < 0.01$ 表示差异极显著。

3 结果与分析

3.1 三组不同发情类型雌性蓝狐的发情表现

发情典型组雌性蓝狐表现为 (图 2a ~ c), 阴门肿胀明显, 褶皱增多, 呈粉红色, 阴蒂几乎为圆形, 用手触摸具有弹性。此时角化细胞的角化率约达到 90%, 角化细胞呈不规则多边形, 细胞核固缩消失。阴道电阻值升高后回落。发情典型雌性蓝狐于 3 月 16 至 31 日采样。

发情不典型组雌性蓝狐表现为 (图 2 d ~ f), 外阴肿胀不明显, 需用手扒开阴毛进行观察, 阴道角化细胞角化率约达 70% ~ 90%, 阴道电阻值呈 3 d 连续较高状态 ($\geq 400 \Omega$)。电阻值呈 3 d 高值, 故判定为非典型发情。发情不典型雌性蓝狐于 4 月 1 至 15 日采样。

不发情雌性蓝狐表现为, 阴门萎缩, 颜色淡黑色, 此时角化细胞多呈圆形或聚集状, 阴道电阻值保持低水平 ($\leq 400 \Omega$) (图 2g ~ i)。不发情雌性蓝狐于 4 月 15 至 5 月 1 日采样。

3.2 粪便中孕酮与雌二醇含量

将采集的粪便样本送于北京北方生物技术研究所, 通过放射免疫法测出孕酮和雌二醇含量 (表 1)。

孕酮含量不发情组最低。三组间孕酮含量两两比较差异显著 ($P < 0.05$)。雌二醇含量在典型发情组最高, 在不发情时最低。雌二醇含量在三组中两两比较差异不显著 ($P > 0.05$)。孕酮含量、雌二醇含量与不同发情表现相关性显著。

3.3 尿液中孕酮与雌二醇含量

将采集的尿液样本送于北京北方生物技术研究所, 通过放射免疫法得出结果 (表 2)。

尿液检测孕酮含量在发情典型时含量最高, 在不发情时含量最低, 非典型发情位于两者之间; 孕酮含量两两比较差异极显著 ($P < 0.01$); 孕酮含量与发情表现相关性显著。尿液检测雌二醇含量在发情典型时含量最高, 在不发情时含量最低, 非典型发情位于两者之间; 雌二醇含量两两比较差异极显著 ($P < 0.01$)。雌二醇含量与不同发情表现相关性显著。

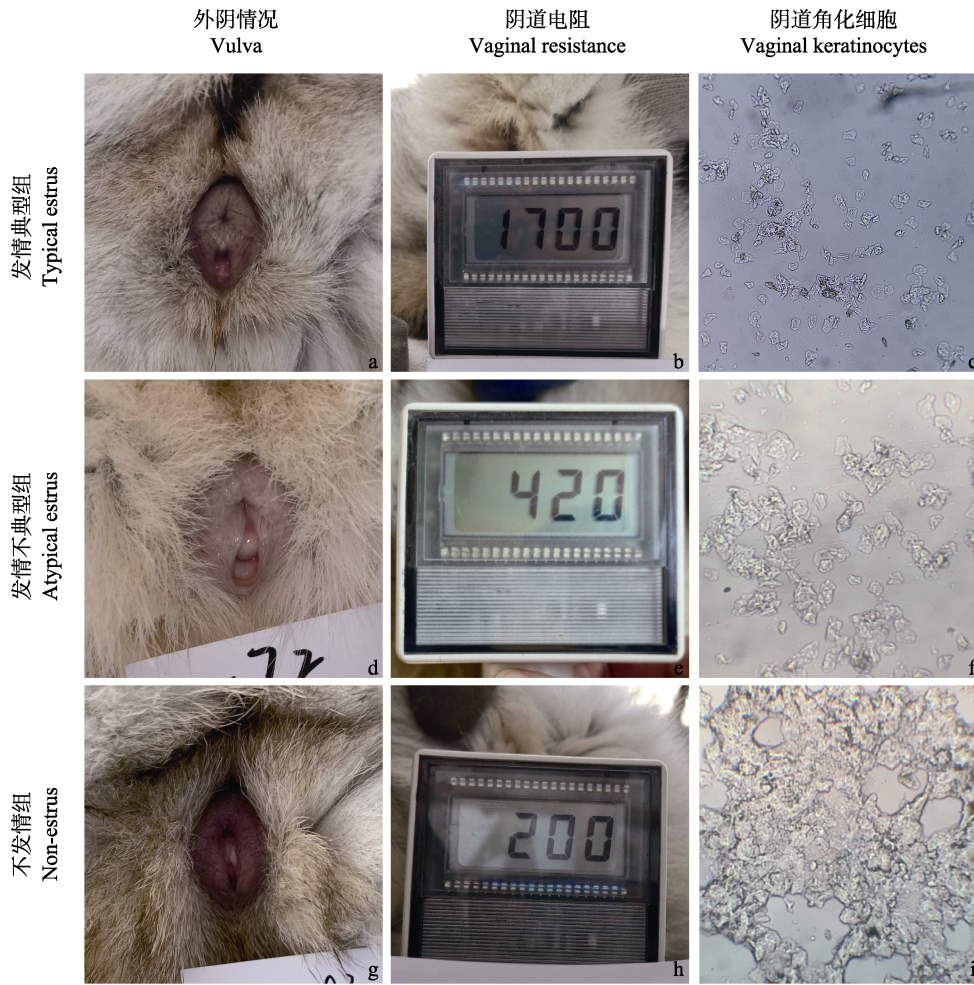


图 2 蓝狐外阴、阴道电阻值和角化细胞变化

Fig. 2 Changes in vulva and vagina electrical resistance and keratinized cells in Blue Fox

表 1 雌性蓝狐粪便中类固醇含量及显著水平相关性 (平均值 ± 标准差)

Table 1 Correlation of steroid levels in feces with estrous stages in female blue foxes (Mean ± SD)

组别 Group	采样日期 (月-日) Sampling date (month-date)	个体数 (只) Number (ind)	孕酮含量 Progesteron (µg/L)	雌二醇含量 Estradiol (ng/L)
典型发情组 Typical estrus group	3-16 ~ 3-31	6	16.61 ± 0.63	1 667.95 ± 747.73
非典型发情组 Atypical estrus group	4-01 ~ 4-15	6	8.72 ± 2.76	1 030.63 ± 225.39
不发情组 Non-estrus group	4-15 ~ 5-01	6	5.78 ± 6.63	876.58 ± 566.54
显著水平 Significant level			$F = 11.72, P < 0.05$	$F = 3.55, P > 0.05$
相关性 Correlation			$R = 0.76^*$	$R = 0.58^*$

显著水平为同类激素不同组别数据两两比较的结果: $P > 0.05$ 表示差异不显著; $P < 0.05$ 表示差异显著。* 表示在 0.01 级别 (双尾), 激素含量与发情表现相关性显著。

The significance was based on the pairwise comparison of data from different groups of the same hormone: $P > 0.05$ indicates no significant difference; $P < 0.05$ indicates significant difference. * Indicates significant correlation at level 0.01 (double-tailed).

表 2 雌性蓝狐尿液中类固醇含量及显著水平相关性 (平均值 ± 标准差)
Table 2 Correlation of steroid content (Mean ± SD) and significant level in urine of female blue foxes at different estrous stages

组别 Group	采样日期 (月-日) Sampling date (month-date)	个体数 (只) Number (ind)	孕酮含量 Progesteron (μg/L)	雌二醇含量 Estradiol (ng/L)
典型发情组 Typical estrus group	3-16 ~ 3-31	6	11.94 ± 0.38	11 065.17 ± 546.76
非典型发情组 Atypical estrus group	4-01 ~ 4-15	6	6.08 ± 0.22	4 186.80 ± 589.89
不发情组 Non-estrus group	4-15 ~ 5-01	6	0.33 ± 1.12	242.52 ± 120.31
显著水平 Significant level			$F = 60.52, P < 0.01$	$F = 17.46, P < 0.01$
相关性 Correlation			$R = 0.94^*$	$R = 0.84^*$

显著水平为同类激素不同组别数据两两比较的结果: $P < 0.01$ 表差异极显著。* 表示在 0.01 级别 (双尾), 激素含量与发情表现相关性显著。

The significance level was the result of pairwise comparison of data from different groups of the same hormone: $P < 0.01$ showed significant difference. * Indicates significant correlation at level 0.01 (double-tailed).

粪、尿中类固醇的含量不同。雌二醇在尿液中的含量显著高于粪便 ($P < 0.05$), 尤其在典型发情组更高, 且在同种样品不同组间差异明显。而孕酮含量尿液中与粪便中却差异不大; 孕酮含量在典型发情雌性蓝狐粪便中的含量稍高于尿液, 但在不发情雌性蓝狐中明显高于尿液 ($P < 0.05$)。粪、尿作为类固醇检测样本, 虽然含量有差异, 但变化趋势一致, 都可以使用。

3.4 卵巢、子宫的发育

蓝狐卵巢扁平、椭圆, 呈蚕豆状, 腹面白色, 背面红褐色。完全被脂肪腔包围, 卵巢与脂肪间有缝隙形成封闭的卵巢囊。卵巢有一定的季节性变化, 5~8 月呈萎缩状态, 9 月下旬开始发育, 发情期时发育到最大。典型发情、非典型发情、不发情三组卵巢和子宫观察结果见图 3、4。

典型发情卵巢 (图 3a, b) 体积较大, 组织中可见黄体及各级卵泡, 黄体数量较多。图 3a 可见成熟卵泡排卵完成, 残留的颗粒层细胞增生、肥大, 形成黄体细胞, 呈空泡状或泡沫状, 向卵泡腔内塌陷, 形成黄体。图 3b 可见初级卵泡, 卵母细胞和卵泡细胞之间出现透明带, 卵母细胞呈圆形。非典型发情卵巢 (图 3c, d)

体积与典型发情组相差较小, 组织中可见黄体及各级卵泡, 数量较多。图 3c 为黄体, 体积大, 黄体细胞呈空泡状或泡沫状, 图 3d 为次级卵泡, 卵母细胞位居卵泡一侧, 并与周围卵泡细胞凸向卵泡腔形成卵丘, 卵母细胞形状规则呈圆形, 卵泡腔内可见少量坏死脱落的卵泡细胞。不发情蓝狐卵巢 (图 3e, f) 相对典型发情、非典型发情的蓝狐卵巢体积明显缩小, 为静息状态。图 3e 内未见黄体, 可见几处大的卵泡腔结构, 腔内未见卵母细胞, 可见嗜酸性液体, 图 3f 为闭锁卵泡, 卵母细胞溶解。

典型发情雌性蓝狐子宫 (图 4a, b) 直径较大, 结构正常 (分泌期), 可见肌层、黏膜层, 黏膜上皮为柱状上皮, 排列紧密, 形态正常, 固有层内可见大量腺体, 上皮细胞形态正常, 组织未见明显异常。非典型发情雌性蓝狐子宫 (图 4c, d) 直径较大, 结构正常 (分泌期), 可见肌层、黏膜层, 黏膜上皮为柱状上皮, 排列紧密, 形态正常, 大量子宫腺内可见嗜酸性分泌物, 组织未见明显异常。不发情雌性蓝狐子宫体 (图 4e, f) 明显缩小, 直径也缩小, 黏膜层及肌层变窄, 固有层间质细胞及肌层肌细胞排列更为紧密, 腺腔及子宫腔内可见少量腺上皮细胞坏死凋亡。

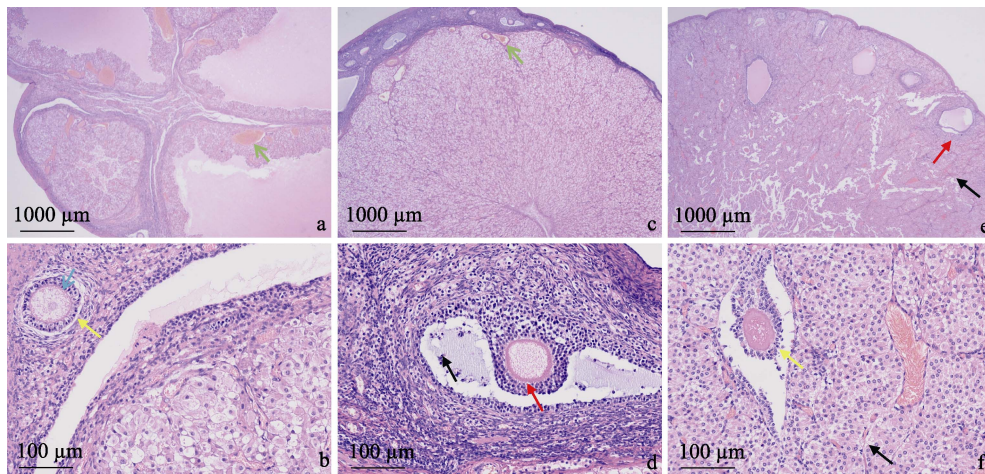


图 3 三组不同发情表现蓝狐卵巢切片

Fig. 3 Ovarian sections of foxes at different estrous stages

上图和下图为同一切片不同倍镜下的视角，上图是 10×10 倍，下图是 10×100 倍视野下观察的结果。a、b. 典型发情蓝狐：绿色箭头指示黄体，黄色箭头指示透明带，蓝色箭头指示卵母细胞；c、d. 非典型发情蓝狐：绿色箭头指示黄体，黑色箭头指示胞核固缩，红色箭头指示卵丘；e、f. 不发情蓝狐：黑色箭头指示大量间质细胞增生，红色箭头指示颗粒细胞层皱缩，f 可见残留的均质透明带（黄色箭头）。

The picture shows the view angle of the same section at different magnifications, the above fig. is 10×10 times, and the below fig. is 10×100 times. a, b. Sections of the ovaries of a typical estrus blue fox: The green arrow in 3a indicates corpus luteum, the yellow arrow in 3b indicates zona pellucida, and the blue arrow indicates oocyte; c, d. Section of the uterus of an atypical estrus blue fox: The green arrow in 3c indicates corpus luteum, the black arrow in 3d indicates nucleus pinocytosis, and the red arrow indicates cumulus around the egg. e, f. Section of the ovary of non-estrus blue fox: e black arrows show proliferation of a large number of mesenchymal cells, and red arrows show crumpling of granulosa cell layer, 3f visible remaining homogeneous hyaluronic bands (yellow arrow).

4 讨论

哺乳动物的卵原细胞是从原始生殖细胞发育而来，卵原细胞经过有丝分裂形成初级卵母细胞，初级卵母细胞经过减数分裂形成次级卵母细胞，第二次减数分裂需要在受精后才能彻底完成。

对动物子宫和卵巢组织的研究，可以进一步推动繁殖技术的进步与发展，以蓝狐生殖生理特点为理论依据，对蓝狐类固醇激素和组织学结构进行分析，掌握发情期卵巢内各级卵泡的形态以及对应的类固醇激素浓度变化，可以更好地了解蓝狐的生殖机能。在光学显微镜下，蓝狐卵母细胞胞质致密、发黑，这是由于卵母细胞胞质内含有丰富的脂滴，类似银狐（孙凤

俊等 2001）。

由卵巢分泌的雌激素和孕激素通过反馈调节机制作用于下丘脑和垂体，对卵泡的发育和调节具有间接作用。根据透明带的形成、卵泡层数、卵母细胞的发育程度和卵泡腔形成的时间，可将卵泡分为原始卵泡、初级卵泡、次级卵泡、三级卵泡和成熟卵泡五大类（佟煜人等 1990）。

4.1 卵母细胞发育与类固醇激素的关系

刘冰许等（1994）对银狐和蓝狐休情期超数排卵后组织学观察发现，休情期卵巢较轻、皮质层发达，这与本实验所研究不发情组卵巢间质细胞增生相同。于翠平（2011）使用孕马血清促性腺激素对发情期雌性蓝狐进行超数排卵后观察到有腔卵泡和数个排卵后空腔，这与

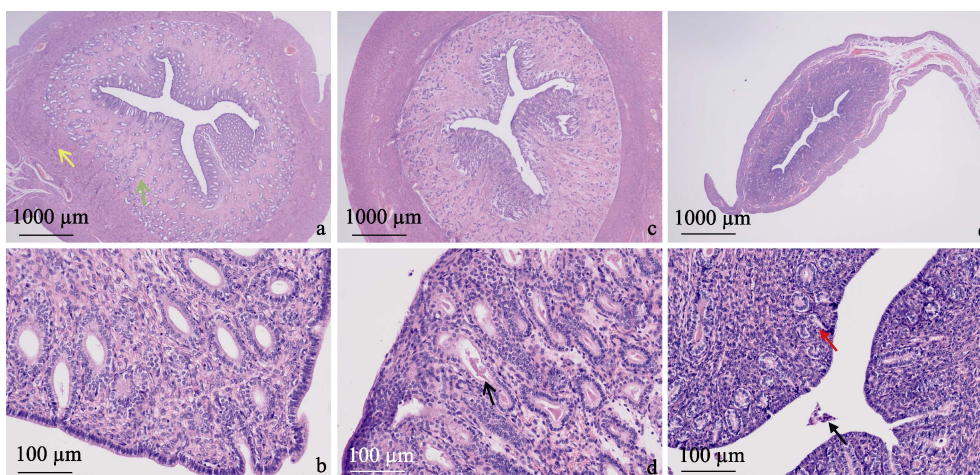


图 4 三组不同发情表现蓝狐子宫切片

Fig. 4 Uterus sections of blue foxes at different estrous stages

上图和下图为同一切片不同倍镜下的视角, 上图是 10×10 倍, 下图是 10×100 倍视野下观察的结果。a、b. 典型发情蓝狐: 黄色箭头指示肌层, 绿色箭头指示黏膜层; c、d. 非典型发情蓝狐: 黑色箭头为嗜酸性分泌物; e、f. 不发情蓝狐: 黑色箭头指示少量坏死脱落的细胞, 红色箭头指示胞核碎裂。

The picture shows the view Angle of the same section at different magnifications, the above fig. is 10×10 times, and the below fig. is 10×100 times. a, b. Slices of a typical estrus blue fox uterus: In 4a, the yellow arrow indicates the muscular layer and the green arrow indicates the mucosal layer; c, d. Section of the uterus of an atypical estrus blue fox: The black arrow in 4d indicates eosinophilic secretions; e, f. Section of the uterus of non-estrus blue fox: In 4f, the black arrow indicates a small number of necrotic cells, and the red arrow indicates nuclear fragmentation.

本实验非典型发情组观察到的卵泡细胞凸向卵泡腔形成卵丘情况相同。马泽芳等(2014)对休情期银黑狐各级卵泡的显微结构观察, 也发现了次级卵泡、卵泡内含有卵泡腔, 这与本实验次级卵泡发育完整、三级卵泡含有卵泡腔相一致。

4.2 卵泡的闭锁

卵泡闭锁是一种主动的、先天性和选择性的细胞死亡过程, 在整个生殖过程中, 大多数卵泡在发育的不同阶段相继闭锁退化。在不同发情状态三组蓝狐的卵巢中卵泡闭锁现象时有发生。造成卵泡闭锁的原因有多种, 与垂体的分泌有一定的关系, 可能是类固醇激素分泌不足所导致的(郑丁团 2005)。还可能与年龄、遗传、繁殖周期等因素相关, 本实验没有进行相关实验, 还需进一步研究。

4.3 蓝狐子宫、卵巢发育与生殖潜力

在三组雌性蓝狐类固醇激素浓度和子宫、

卵巢组织切片中, 典型发情与非典型发情两组中形成卵丘, 准备排卵, 这两组的类固醇激素浓度水平较高, 能够排出优质的成熟卵子为繁衍后代做贡献。深入了解蓝狐生殖生理状态, 掌握发情鉴定, 把握最佳配种期, 可以大大提高繁殖率, 为蓝狐养殖业提供繁殖技术和理论依据。

参 考 文 献

- 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.
- 高俊泉, 张筑鸿, 王翠. 2010. 蓝狐发情鉴定技术. 畜牧兽医科技信息, (10): 93.
- 刘冰许, 方健, 孔庆松. 1994. 银狐及蓝狐休情期超数排卵后卵巢组织学观察. 云南畜牧兽医, (3): 10-12.
- 马泽芳, 赵英, 崔凯. 2014. 休情期银黑狐卵巢形态和卵泡发育的显微结构观察. 经济动物学报, 18(2): 63-68.
- 孙凤俊, 刘春龙, 邴印忠, 等. 2001. 银狐胚胎早期发育不同阶段

- 的超微结构观察. 黑龙江动物繁殖, 9(4): 1-4.
- 佟煜人, 钱国成. 1990. 中国毛皮兽饲养技术大全. 北京: 中国农业科技出版社.
- 王酉之, 路厚击, 夏强辉, 等. 1994. 毛皮动物手册. 上海: 上海辞书出版社.
- 杨利国. 2003. 动物繁殖学. 北京: 中国农业出版社.
- 于翠平. 2011. PMSG 和 HCG 组合处理对休情期蓝狐卵巢和子宫发育的影响. 哈尔滨: 东北林业大学硕士学位论文.
- 赵耀, 刘志平, 韩欢胜. 2020. 蓝狐发情期及妊娠期血清五种生殖激素含量变化. 动物学杂志, 55(1): 96-100.
- 郑丁团. 2005. 东北梅花鹿卵巢中卵泡发育的组织学研究. 哈尔滨: 东北林业大学硕士学位论文.