



不同发情处理方案对梅花鹿同期发情效果的影响

崔鹤馨¹, 陈琦², 呼延含蓉³, 苑冬梅¹, 尚丽元¹,
宋延来¹, 刘沂霖¹, 孙兴忠¹, 郝良玉¹, 冯凯¹, 田来明^{1*}

- 吉林省畜牧兽医科学研究所, 长春, 130062;
- 长春市农业科学院, 长春, 130111;
- 吉林省动物疫病预防控制中心, 长春, 130062)

稿件运行过程

收稿日期: 2022-10-27

修回日期: 2023-09-15



关键词: 梅花鹿;

同期发情;

阴道孕酮栓;

前列腺素;

孕马血清促性腺激素

Key words: *Cervus nippon*;

Synchronous estrus;

CIDR;

PG;

PMSG

中图分类号: Q954.4; S865.4+2

文献标识码: A

文章编号:

2310-1490(2024)-02-0262-07

DOI: 10.12375/ysdwxb.20240204

摘要

为探索梅花鹿(*Cervus nippon*)最佳同期发情方案,在吉林省双阳鹿业良种繁育有限公司挑选163只健康、发情周期正常、繁殖机能良好的供试母鹿随机分为3组:A组采用国产阴道孕酮栓(CIDR),B组采用进口CIDR,C组采用二次前列腺素(PG),均辅以孕马血清促性腺激素(PMSG)法处理。另挑选100只供试母鹿随机均分为4组,采用筛选出的较优方案结合不同剂量PMSG法处理(I组100 IU、II组300 IU、III组500 IU、IV组700 IU),探析不同发情处理方案对梅花鹿母鹿发情效果、发情时间分布、受胎率和双胎率的影响以及不同PMSG剂量对母鹿发情受胎的影响。结果表明:A、B组同期发情率差异不显著,但A、B组同期发情率分别较C组高23.5%和33.3%($p < 0.01$),且A组掉栓率较B组高8.8%($p < 0.05$);3种处理方案对发情时间分布的影响极显著($p < 0.01$);B组与A、C组比较,受胎率和产仔率分别高6.5%和9.8%($p > 0.05$),双胎率分别高13.4%和17.6%($p > 0.05$);采用进口CIDR辅以不同剂量PMSG法对梅花鹿进行同期发情处理,发现II组、III组、IV组同期发情率较I组分别高36.0%、40.0%和48.0%($p < 0.05$),呈随PMSG剂量升高而升高的趋势,其他各组间差异不显著($p > 0.05$),但发情时间均集中在24~48 h, I组、II组、III组和IV组受胎率分别为46.2%、61.9%、59.1%和50.0%,呈先升高后下降的趋势($p > 0.05$)。综上所述,阴道埋栓的发情方案显著好于二次PG法,进口CIDR优于国产CIDR;进口CIDR+PMSG法的母鹿发情率和受胎率随PMSG剂量的增加而升高,但发情时间不受PMSG剂量的影响,PMSG适宜剂量为300 IU。

基金项目: 吉林省重点科技研发项目(212GN01)

第一作者简介: 崔鹤馨(1985—),女,高级兽医师;主要从事梅花鹿疫病防治和繁育研究。E-mail:420979677@qq.com

*通信作者: 田来明, E-mail:1486061680@qq.com

The Influence of Different Estrus Treatment Schemes on the Synchronous Estrus Effect of *Cervus nippon*

CUI Hexin¹, CHEN Qi², HUYAN Hanrong³, YUAN Dongmei¹, SHANG Liyuan¹,
SONG Yanlai¹, LIU Yilin¹, SUN Xingzhong¹, HAO Liangyu¹, FENG Kai¹, TIAN Laiming^{1*}

(1. Academy of Animal Husbandry and Veterinary Sciences, Changchun, 130062, China;

2. Changchun Academy of Agricultural Sciences, Changchun, 130111, China;

3. Jilin Provincial Animal Epidemic Prevention and Control Center, Changchun, 130062, China)

Abstract: In order to explore the optimal estrus synchronization plan for *Cervus nippon*, 163 healthy, normal estrus cycle, and well reproducing female deer were selected from Shuangyang Deer Industry Breeding Co., Ltd. in Jilin Province and randomly divided into three groups: Group A was treated with domestic vaginal progesterone suppositories (CIDR), Group B was treated with imported CIDR, and Group C was treated with secondary PG supplemented with pregnant horse serum gonadotropin (PMSG). Another 100 female deer were randomly divided into four groups, and the selected optimal plan was combined with different doses of PMSG treatment (100 IU in Group I, 300 IU in Group II, 500 IU in Group III, and 700 IU in Group IV), to explore the effects of different estrus treatment plans on the estrus effect, estrus time distribution, conception rate, and twin lambing rate of *C. nippon*, as well as the effects of different PMSG doses on the estrus conception of female deer. The results showed that there was no significant difference in the synchronous estrus rate between Group A and Group B, but the synchronous estrus rate in Group A and Group B was 23.5% and 33.3% higher than those in Group C, respectively ($p < 0.01$), and the thrombus shedding rate in Group A was 8.8% higher than that in Group B ($p < 0.05$). The three treatment schemes had a significant impact on the distribution of estrus time ($p < 0.01$). Compared with Groups A and C, the fertility rate and farrowing rate in Group B were higher than those in Groups A and C, respectively 6.5% and 9.8% ($p > 0.05$), the twin rate is higher than 13.4% and 17.6% ($p > 0.05$). Adopting imported CIDR combined with different doses of PMSG for synchronous estrus treatment of *C. nippon* revealed that the estrus rate in the Groups II, III, and IV was 36.0%, 40.0%, and 48.0% higher than that in Group I ($p < 0.05$), showing an increasing trend with the increase of PMSG dose. There was no significant difference between the other Groups ($p > 0.05$), but the estrus time was concentrated between 24–48 hours. The conception rates of Groups I, II, III and IV were 46.2%, 61.9%, 59.1%, and 50.0%, respectively, showing a trend of first increasing and then decreasing ($p > 0.05$). In summary, the estrus plan of vaginal embedding is significantly better than the secondary PG method, and imported CIDR is better than domestic CIDR. The estrus rate and conception rate of imported CIDR+PMSG female deer increase significantly with the increase of PMSG dose, but the estrus time is not affected by PMSG dose. The appropriate dose of PMSG is 300 IU.

我国东北地区梅花鹿(*Cervus nippon*)资源虽然较丰富,但由于母鹿个体发情时间分散且难以鉴定,其繁衍一直沿用传统配种方法,无法最大限度发挥优良种公鹿的效能,因此严重制约梅花鹿产业的发展。产业发展良种先行,人工授精和胚胎移植等先进繁殖技术的推广应用是加快梅花鹿良种化进程的有效途径,而同期发情是必需的程序。同期发情技术是采用外源激素使母畜自然发情周期改变,让母

畜集中发情、配种和妊娠。国内外对鹿类同期发情技术均进行了探索研究^[1-10],但国内对梅花鹿同期发情的试验效果^[1,3,5-6,11]均不理想。因此,本试验通过研究不同发情处理方案对梅花鹿母鹿发情效果、发情时间分布、受胎率和双胎率的影响,以及不同孕马血清促性腺激素(PMSG)剂量对母鹿发情受胎的影响,旨在探索最佳同期发情方案,为进一步提高和推广梅花鹿人工繁殖技术奠定基础。

1 材料与方法

1.1 试验动物

选择健康、发情周期正常和繁殖机能良好的试验梅花鹿母鹿263只,年龄5~9岁。选择性器官发育良好、情欲充沛、膘肥体壮和胆小温顺的试情梅花鹿公鹿25只,年龄3~5岁。上述梅花鹿均由吉林省双阳鹿业良种繁育有限公司提供。

1.2 试验药品

麻药眠乃灵、解药苏醒灵均购自吉林省华牧动物保健品有限公司,国产和进口阴道孕酮栓(cyclogest intravaginal device release, CIDR)分别购自河南法牧农业科技有限公司和新西兰哈密尔顿公司,前列腺素(PG)和孕马血清促性腺激素(PMSG)购自宁波第二激素厂,优质高产梅花鹿冷冻精液(0.25 mL/管)购自吉林省双阳鹿业良种繁育有限公司。

1.3 试验设计

从263只供试母鹿中随机挑选163只,分为3组:A组(58只)采用国产CIDR,B组(65只)采用进口CIDR,C组(40只)采用二次PG,均结合PMSG进行处理,筛选出较优处理方案。然后将剩余100只供试母鹿随机均分为4组,采用较优处理方案,结合不同剂量PMSG,Ⅰ组100 IU、Ⅱ组300 IU、Ⅲ组500 IU、Ⅳ组700 IU。

1.4 试验方法

1.4.1 同期发情处理

在发情季节里任选一天,分批次麻醉供试母鹿。A、B组,植入CIDR,计为第0天,处理后用苏醒灵解麻醉,在第12天取CIDR时肌内注射PMSG 350 IU。C组,第1次注射PG 0.5 mg/只,计为第0天,第10天第2次注射PG 0.5 mg/只,第11天肌内注射PMSG 400 IU。较优方案+PMSG不同剂量处理组,较优方

案处理第1天计为第0天,之后按较优方案PMSG注射时间分别注射PMSG 100、300、500、700 IU,筛选出最优处理方案。

1.4.2 发情鉴定

采用公鹿试情法鉴定母鹿是否发情。同期发情处理后的12 h,将带试情布的试情公鹿按1:15~1:20与供试母鹿混群,每隔2~4 h试情1次,每次持续0.5~1.0 h,持续观察96 h。当母鹿静止站立、稳定接受公鹿爬胯时,记录发情时间和母鹿耳号,并统计0~24 h、>24~48 h、>48~72 h和>72~96 h的母鹿发情数量。

1.4.3 人工输精

供试母鹿经同期发情处理后,采用直肠把握法予以人工输精,每只用量为1管解冻精液(精子活力保持在0.3以上),仅输精1次。

1.4.4 妊娠诊断

人工输精后第10天,将试情公鹿放入配种后的母鹿群进行观察,返情的母鹿判定为未受孕,未返情的母鹿判定为受孕。

1.5 统计分析

利用SPSS 23.0软件中的 χ^2 检验和精确检验比较分析不同组之间的差异;采用Z检验邦弗仑尼法对不同发情时间母鹿发情比例的多重比较作显著性分析。以 $p < 0.05$ 表示差异显著, $p < 0.01$ 表示差异极显著。

2 结果

2.1 不同发情处理方案对母鹿同期发情效果的影响

A、B两组的同期发情率较C组分别高23.5%和33.3%($p < 0.01$);B组同期发情率较A组高9.8%($p > 0.05$);B组掉栓率较A组低8.8%($p < 0.05$)(表1)。

表1 不同发情处理方案对母鹿发情率的影响

Tab. 1 Effects of different estrus treatments on estrus rate in female deer

组别 Group	供试母鹿/只 Tested female deer	掉栓数量 Number of dropped bolts	掉栓率(%) Bolt dropping rate	发情母鹿/只 Deer in heat	同期发情率(%) Simultaneous estrus rate
A	58	6	10.3 ^a	47	81.0 ^a
B	65	1	1.5 ^b	59	90.8 ^a
C	40	0		23	57.5 ^b

注: 同列数据后不同字母标注表示差异显著($p < 0.05$)。下同。

Note: Different letters within the same column indicate significant difference ($p < 0.05$). The same below.

2.2 不同发情处理方案对母鹿同期发情时间分布的影响

3种处理方案对发情时间分布的影响差异极显著($p < 0.01$)。表2多重比较表明,0~24 h的A组、B组和C组发情率分别为5.2%、12.3%和5.0%,差异不显著($p > 0.05$);>24~48 h的发情率分别为74.1%、84.6%和40.0%,A、B两组间无显著差异($p > 0.05$),

C组和A、B组间均差异极显著($p < 0.01$);>48~72 h的发情率分别为19.0%、3.1%和35.0%,A、C组间无显著差异($p > 0.05$),B和A、C组间均差异极显著($p < 0.01$);>72~96 h的发情率分别为1.7%、0和20.0%,A、B组间无显著差异($p > 0.05$),C和A、B组间均差异极显著($p < 0.01$)。

表2 不同发情处理方案对母鹿同期发情时间分布的影响

Tab. 2 Effects of different estrus treatments on simultaneous estrus time distribution in female deer

组别 Group	不同发情时间母鹿的发情比例(%) The estrus proportion of different estrus time distribution			
	0~24 h	>24~48 h	>48~72 h	>72~96 h
A	5.2 ^a	74.1 ^a	19.0 ^a	1.7 ^a
B	12.3 ^a	84.6 ^a	3.1 ^b	0 ^a
C	5.0 ^a	40.0 ^b	35.0 ^a	20.0 ^b

2.3 不同发情处理方案对受胎率、产仔率和双胎率的影响

B组受胎率和产仔率均高于A组6.5%,均高于

C组9.8%,双胎率比A、C组分别高13.4%和17.6%(表3),但3种处理方案对母鹿受胎率、产仔率和双胎率的影响均无显著差异($p > 0.05$)。

表3 不同发情处理方案对母鹿受胎率、产仔率和双胎率的影响

Tab. 3 Effects of different estrus treatments on conception rate, puerperal rate and twin rate in female deer

组别 Group	输精母鹿/只 Infected female deer	受胎母鹿/只 Pregnant female deer	产仔母鹿/只 Newborn female deer	双胎母鹿/只 Twin female deer	受胎率(%) Conception rate	产仔率(%) Birth rate	双胎率(%) Twin rate
A	47	24	24	1	51.1	51.1	4.2
B	59	34	34	6	57.6	57.6	17.6
C	23	11	11	0	47.8	47.8	0

2.4 不同剂量PMSG对母鹿繁殖效果的影响

采用进口CIDR辅以不同剂量PMSG法对梅花鹿进行同期发情处理,经多重比较,发现II、III、IV组

间无显著差异($p > 0.05$),但各组均与I组差异显著($p < 0.05$),各组发情时间主要分布于>24~48 h。各组间受胎率差异均不显著($p > 0.05$)(表4)。

表4 不同剂量PMSG对母鹿繁殖效果的影响

Tab. 4 Effects of different doses of PMSG on reproduction of female deer

组别 Group	供试母鹿/只 Tested female deer	同期发情率(%) Simultaneous estrus rate	不同发情时间分布的发情比例(%) The estrous female deer with different estrus time distributions				受胎率(%) Conception rate
			0~24 h	>24~48 h	>48~72 h	>72~96 h	
I	25	48.0 ^a	8.3	75.0	16.7	0	46.2
II	25	84.0 ^b	9.5	85.7	4.8	0	61.9
III	25	88.0 ^b	13.6	86.4	0	0	59.1
IV	25	96.0 ^b	12.5	79.2	8.3	0	50.0

3 讨论

3.1 梅花鹿同期发情效果分析

母鹿在未受精条件下,卵泡期(性兴奋期)和黄体期(性静止期)交替循环出现,构成完整的发情周期。若要母鹿进入卵泡期同时发情,关键是调控黄体期,使其同时终止,为引起同时发情创造一个共同的基准线。同期发情辅助药物采用PMSG。本研究采用延长和缩短黄体期的2种方案,3种处理方式进行同期发情处理,得到同期发情率:国产CIDR组为81.0%,进口CIDR组为90.8%,二次PG处理组为57.5%。不同CIDR处理组之间差异不显著,但均显著高于二次PG处理组($p < 0.05$)。国产和进口CIDR处理组的掉栓率分别为10.3%和1.5%,差异显著($p < 0.05$),这可能与CIDR装置采用的发泡硅橡胶的品质不同有关。佟敬宾等^[12]研究报道,利用自制海绵栓+PMSG和进口CIDR+PMSG对东北马鹿(*Cervus elaphus xanthopygus*)进行同期发情处理后,发现同期发情率均优于二次PG+PMSG处理,但二者无显著差异,本试验结果与之相似。赵喜堂等^[13]在对塔里木马鹿(*C. e. yarkandensis*)同期发情的研究中,利用CIDR+PMSG获得了相近的同期发情率。任航行等^[14]应用国产CIDR+PMSG对梅花鹿进行处理,得到了100%同期发情率,这可能与试验所选母鹿数量少(5只)有关。刘丽娟等^[15]对马鹿采用二次PG辅以PMSG的处理方式,发现同期发情率达93.3%,远高于本试验结果。出现这些差异,除与试验品种、数量有关外,还可能与母鹿的营养状况、生殖状况、药品选择和季节条件等影响同期发情效果的因素有关^[16]。另外,应激反应对发情效果也具有一定影响^[15]。梅花鹿野性较强,与一般家畜相比,对外界环境变化或刺激更敏感^[17],且由于个体差异也会产生不同程度的应激反应,反应小的母鹿发情效果相对较好,反之发情效果较差。马泽芳等^[18]采用二次PG配合PMSG和HCG对梅花鹿进行同期发情处理,发现PG高剂量组(600 $\mu\text{g}/\text{只}$)和低剂量组(500 $\mu\text{g}/\text{只}$)的同期发情率分别为25.0%和14.2%,低于本试验结果,这可能是由激素的选择、搭配、生产厂家和用量不同等因素导致。

同期发情技术是调控梅花鹿高效繁殖的核心技术之一,其目的是使母鹿在短时间内集中发情,发情时间集中程度越高,越利于对母鹿集中试情和定时

人工输精,实现集中配种和产仔,方便生产管理集中进行,最大限度节约成本。有研究表明,在同种药物作用下,母鹿自身对同种激素的敏感性有差异^[19]。为此,本试验应用不同激素对梅花鹿进行同期发情处理,发现母鹿发情时间分布各组之间差异显著,即B组(进口CIDR)>A组(国产CIDR)>C组(二次PG处理)。Willard等^[9]应用CIDR结合PMSG处理梅花鹿,于CIDR取出后(34.6 \pm 1.9) h发情。魏海军等^[20]应用进口CIDR和PMSG诱导梅花鹿同期发情,于CIDR取出后(33.3 \pm 7.0) h发情。以上研究表明,进口CIDR结合PMSG诱导梅花鹿发情时间集中程度高,绝大多数集中在24~48 h,与本试验结果相符。二次PG处理法同期发情时间比较分散,主要是因为鹿是季节性发情动物,每年春季产仔,秋季发情,循环往复。在发情季节,一般也仅有1~3个发情周期,由于PG具有高效溶解黄体的作用^[21],而此时卵巢上可能尚未形成黄体。另外鹿存在个体差异,对PG的反应易造成发情时间分散。受胎率和产仔率是衡量生产效率的重要指标,其高低直接影响养鹿业的经济效益。吕津等^[22]报道,孕酮可减少早期胚胎的退化进而提高受胎率。本研究应用不同药物对母鹿进行同期发情处理,发现各组受胎率略有差异但不显著,这与韩志强等^[23]研究报道的不同方法对同期发情后妊娠率无显著影响的结果相似。赵列平等^[11]研究发现,CIDR放置11 d,将梅花鹿深度麻醉,用直肠把握法将冻精进行输精,受胎效果较好,平均受胎率为58.6%,与本试验结果基本符合。蒋涛等^[24]利用CIDR+PMSG对天山马鹿(*C. e. songaricus*)做同期发情处理,获得57.5%的受胎率,与本试验相近。王全凯等^[25]应用进口CIDR结合PMSG对梅花鹿进行同期发情处理,发现母鹿平均受胎率为62.45%;向振博等^[26]采用相同方式进行同期发情处理,鹿受胎率达71.8%。刘丽娟等^[15]利用二次PG结合PMSG处理马鹿,取得了73.3%的受胎率。以上研究的受胎率绝大多数均高于本试验,此差异除受鹿体膘情、经产与否和输精时间等因素的影响外^[27],也可能与输精技术熟练程度有关^[24]。梅花鹿自然发情的双胎率为2.99%^[28],本试验CIDR+PMSG处理组获得的梅花鹿母鹿双胎率均高于自然发情,进一步证实CIDR+PMSG具有诱发母鹿排双卵的作用,与赵列平等^[11]的研究结果相符。虽然激素药物的使用能提高双胎率,但同期发情的3组间双胎率均不理想,可能是供

试母鹿自身卵巢机能所限,每个发情周期内成熟的卵泡数量较少。

3.2 PMSG 剂量对母鹿繁殖效果的影响

PMSG 可促进卵泡生长发育、成熟排卵和黄体形成,生产中广泛应用于母畜繁殖和生殖系统疾病的治疗。本研究利用进口 CIDR 结合肌内注射不同剂量的 PMSG 对梅花鹿进行同期发情处理,结果显示发情时间趋势大致相同,24~48 h 内各组发情率分别为 75.0%、85.7%、86.4% 和 79.2%,发情时间相对集中,与魏海军等^[20]的研究结果相似。张振良等^[29]采用相同方法对同为季节性发情的动物巴什拜羊进行处理后,发现其发情时间主要集中在 24~48 h,与本研究结果相符。本试验对 I、II、III、IV 组分别肌内注射 PMSG 100、300、500、700 IU,发现供试母鹿同期发情率有增高的趋势,这与魏海军等^[20]的结论相符。佟敬宾等^[12]在 CIDR 结合不同剂量 PMSG 对马鹿发情影响的研究中,也得出相同结论。本研究同期发情率除 II、III、IV 组与 I 组差异显著外,其他各组间差异不显著,这可能是梅花鹿自身体质对激素刺激不敏感导致。

本试验中,随着 PMSG 剂量的增加,受胎率出现先升高后下降的趋势,但各组之间差异不显著,这可能是 PMSG 对卵巢发育存在最适阈浓度^[30]。当 PMSG 剂量过低时,PMSG 无法有效促进卵泡生长,提高繁殖力;当 PMSG 剂量过高时,由于其半寿期长,体内残留时间长,易引起卵泡过度生长,诱发卵巢囊肿,从而阻碍胚胎的发育着床。

4 结论

在繁殖季节里,综合比较母鹿同期发情率、掉栓率、发情时间集中程度、受胎率、产仔率和双胎率,阴道埋栓的发情方案显著好于二次 PG 法,进口 CIDR 优于国产 CIDR。进口 CIDR+PMSG 法的发情率和受胎率随 PMSG 剂量的增加而升高,但发情时间不受 PMSG 剂量的影响,PMSG 适宜剂量为 300 IU。

参考文献:

- [1] 白景煌,葛明玉,王仁恒,等. 孕激素及促性腺激素诱发母鹿同期发情的试验[J]. 吉林农业大学学报, 1981(2): 54-57.
- BAI J H, GE M Y, WANG R H, *et al.* Progesterone gonadotropin induced estrus in female deer [J]. Journal of Jilin Agricultural University, 1981(2): 54-57.
- [2] ADAM C L, MOIR C E, ATKINSON T. Plasma concentrations of progesterone in female red deer (*Cervus elaphus*) during the breeding season, pregnancy and anoestrus [J]. Journal of Reproduction and Fertility, 1985, 74(2): 631-636.
- [3] 宋晓光,谷德祥. 三合激素诱导梅花母鹿同期发情初步试验 [J]. 辽宁畜牧兽医, 1986(5): 13-14.
- SONG X G, GU D X. Preliminary study on simultaneous estrus induced by triad hormone in sika deer [J]. Liaoning Animal Husbandry and Veterinary Medicine, 1986(5): 13-14.
- [4] ASHER G W, SMITH J F. Induction of oestrus and ovulation in farmed fallow deer (*Dama dama*) by using progesterone and PMSG treatment [J]. Journal of Reproduction and Fertility, 1987, 81(1): 113-118.
- [5] 贺忠升,杨景龙,李晓东,等. 苯甲酸雌二醇在梅花鹿繁殖上的试验观察[J]. 吉林畜牧兽医, 1988(4): 24-26.
- HE Z S, YANG J L, LI X D, *et al.* Experimental observation of estradiol benzoate on reproduction of sika deer [J]. Jilin Animal Husbandry and Veterinary Medicine, 1988(4): 24-26.
- [6] 郭春林,马玉斌,杨云光,等. 应用前列腺素和 PMSG 诱导母鹿同期发情[J]. 西北大学学报(自然科学版), 1993, 23(4): 354-359.
- GUO C L, MA Y B, YANG Y G, *et al.* Inducing synchronized oestrus of female deer by using 15-methyl-prostaglandin_{F_{2α}} and PMSG treatment [J]. Journal of Northwest University (Natural Science Edition), 1993, 23(4): 354-359.
- [7] JABBOUR H N, VELDHUIZEN F A, GREEN G, *et al.* Endocrine responses and conception rates in fallow deer (*Dama dama*) following oestrous synchronization and cervical insemination with fresh or frozen-thawed spermatozoa [J]. Journal of Reproduction and Fertility, 1993, 98(2): 495-502.
- [8] ASHER G W, FISHER M W, BERG D K, *et al.* Luteolytic potency of a prostaglandin analogue at different stages of the oestrous cycle in red deer (*Cervus elaphus*) hinds [J]. Journal of Reproduction and Fertility, 1995, 103(2): 307-314.
- [9] WILLARD S T, HUGHES D M, Jr, BRINGANS M, *et al.* Artificial insemination, hybridization and pregnancy detection in sika deer (*Cervus nippon*) [J]. Theriogenology, 1996, 46(5): 779-789.
- [10] 马泽芳,王玉龙,贺俊峰,等. 鹿的同期发情技术研究进展 [J]. 东北林业大学学报, 2000, 28(2): 71-73.
- MA Z F, WANG Y L, HE J F, *et al.* Proceedings of estrus synchronization techniques in antlered deer [J]. Journal of Northeast Forestry University, 2000, 28(2): 71-73.
- [11] 赵列平,王全凯,李彦江,等. 同期发情技术在梅花鹿繁殖上的应用 [J]. 经济动物学报, 2003, 7(3): 24-26.
- ZHAO L P, WANG Q K, LI Y J, *et al.* Estrus synchronization technique application in sika deer breeding [J]. Journal of Economic Animal, 2003, 7(3): 24-26.
- [12] 佟敬宾,陆明海,李武. 东北马鹿同期发情技术的研究 [J]. 草食家畜, 2008(1): 23-25.
- TONG J B, LU M H, LI W. Study on the technique of estrus synchronization in northeast red deer [J]. Grass-Feeding Livestock, 2008(1): 23-25.

- [13] 赵喜堂, 刘河新, 苗德成, 等. 同期发情技术在塔里木马鹿人工输精中的应用研究[J]. 特产研究, 2005, 27(3): 15-18.
ZHAO X T, LIU H X, MIAO D C, *et al.* Applied research on synchronized oestrus in artificial insemination of Talimu red deer (*Cervus elaphus yarkandensis*) [J]. Special Wild Economic Animal and Plant Research, 2005, 27(3): 15-18.
- [14] 任航行, 王德忠, 张居农, 等. 塔里木马鹿、天山马鹿和梅花鹿同期发情调控技术研究[J]. 西北农业学报, 2004, 13(4): 27-31; 40.
REN H X, WANG D Z, ZHANG J N, *et al.* Study on the technique of oestrus synchronization control in Tarim red deer and Tianshan red deer and sika deer hinds [J]. Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica, 2004, 13(4): 27-31; 40.
- [15] 刘丽娟, 滚双宝, 罗玉柱, 等. 甘肃马鹿同期发情效果初步研究[J]. 畜牧与兽医, 2005, 37(11): 4-6.
LIU L J, GUN S B, LUO Y Z, *et al.* Study of estrus synchronization on Gansu red deer [J]. Animal Husbandry & Veterinary Medicine, 2005, 37(11): 4-6.
- [16] 张旭刚. 不同处理方法对羊同期发情效果的影响[J]. 中国草食动物科学, 2015, 35(4): 76-77.
ZHANG X G. Effects of different treatments on estrus synchronization in sheep [J]. China Herbivore Science, 2015, 35(4): 76-77.
- [17] 梁德勇, 李东郊, 田慧英. 鹿应激与抗应激的研究进展[J]. 特产研究, 1997, 19(1): 47-49.
LIANG D Y, LI D J, TIAN H Y. Research progress on stress and resistance of deer [J]. Special Wild Economic Animal and Plant Research, 1997, 19(1): 47-49.
- [18] 马泽芳, 田长永, 刘家亮, 等. 梅花鹿的同期发情技术[J]. 东北林业大学学报, 2002, 30(4): 73-76.
MA Z F, TIAN C Y, LIU J L, *et al.* Synchronization of estrus of sika deer [J]. Journal of Northeast Forestry University, 2002, 30(4): 73-76.
- [19] 韩增胜, 杨长锁, 李青旺, 等. 林麝同期发情技术的研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2003, 31(5): 136-138.
HAN Z S, YANG C S, LI Q W, *et al.* Study of estrus synchronization in forest musk deer (*Moschus berezovskii*) [J]. Journal of Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry (Natural Science Edition), 2003, 31(5): 136-138.
- [20] 魏海军, 杨福合, 陆纯志, 等. CIDR和PMSG诱导东北梅花鹿同期发情的初步研究[J]. 经济动物学报, 2003, 7(3): 27-29.
WEI H J, YANG F H, LU C Z, *et al.* Estrus synchronization of Dybowski sika doe (*C. N. hortulorum*) with CIDR and OMSG [J]. Journal of Economic Animal, 2003, 7(3): 27-29.
- [21] 曹少先, 杨利国, 张文伟. 前列腺素 $F_{2\alpha}$ 溶解黄体机制研究进展[J]. 中国草食动物, 2001, 3(4): 41-44.
CAO S X, YANG L G, ZHANG W W. Research progress on mechanism of prostaglandin $F_{2\alpha}$ dissolving luteal body [J]. China Herbivores, 2001, 3(4): 41-44.
- [22] 吕津, 桑润滋, 李俊杰. 外源注射LHRH- A_3 和 P_4 对波尔山羊超排效果的影响及其机理研究[J]. 畜牧与兽医, 2005, 37(5): 18-21.
LÜ J, SANG R Z, LI J J. Effect of LHRH- A_3 and P_4 administration on superovulation of Boer goat [J]. Animal Husbandry & Veterinary Medicine, 2005, 37(5): 18-21.
- [23] 韩志强, 乔丽霞, 张洪涛, 等. CIDR与GnRH诱导同期发情效果比较[J]. 中国牛业科学, 2010, 36(1): 38-39.
HAN Z Q, QIAO L X, ZHANG H T, *et al.* Comparison of the effect on CIDR and GnRH inducing estrus synchronization [J]. China Cattle Science, 2010, 36(1): 38-39.
- [24] 蒋涛, 高庆华, 何良军, 等. 天山马鹿同期发情技术的研究[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2006(4): 83-84.
JIANG T, GAO Q H, HE L J, *et al.* Study on simultaneous estrus technique of Tianshan red deer [J]. Heilongjiang Animal Science and Veterinary Medicine, 2006(4): 83-84.
- [25] 王全凯, 段景玲, 李庆杰, 等. 梅花鹿人工输精中同期发情与试情对受胎率的影响[J]. 经济动物学报, 2016, 20(3): 134-135; 141.
WANG Q K, DUAN J L, LI Q J, *et al.* Effect of estrus synchronization and teasing in artificial insemination on conception rate of sika deer [J]. Journal of Economic Animal, 2016, 20(3): 134-135; 141.
- [26] 向振博, 贾银海, 沈卫明, 等. 同期发情技术在梅花鹿繁殖上的应用[J]. 上海畜牧兽医通讯, 2015(4): 35; 37.
XIANG Z B, JIA Y H, SHEN W M, *et al.* Application of synchronous estrus technology in sika deer reproduction [J]. Shanghai Journal of Animal Husbandry and Veterinary Medicine, 2015(4): 35; 37.
- [27] 韩欢胜, 赵列平, 赵广华. 梅花鹿受胎率主要影响因素分析[J]. 经济动物学报, 2011, 15(3): 138-140.
HAN H S, ZHAO L P, ZHAO G H. Analysis of main affecting factors on conception rate of sika [J]. Journal of Economic Animal, 2011, 15(3): 138-140.
- [28] 郑兴涛, 王利智, 李玉伟, 等. 甾体激素免疫提高梅花鹿双胎率的试验[J]. 中国畜牧杂志, 1992, 28(2): 37.
ZHENG X T, WANG L Z, LI Y W, *et al.* Effect of steroid hormone immunization on the rate of sika deer twins [J]. Chinese Journal of Animal Science, 1992, 28(2): 37.
- [29] 张振良, 梁小鹏, 阿曼开迪·莫哈麦提汗, 等. 不同剂量PMSG对巴什拜羊同期发情的影响[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2019(23): 50-52.
ZHANG Z L, LIANG X P, Amankaidi·Mohamaitihan, *et al.* Effects of different doses of PMSG on the estrus of Bashiby sheep [J]. Heilongjiang Animal Science and Veterinary Medicine, 2019(23): 50-52.
- [30] 铁雅楠, 王欣荣. 不同浓度的PMSG对小鼠子宫发育的影响[J]. 畜牧兽医杂志, 2021, 40(6): 56-59.
TIE Y N, WANG X R. Effects of different concentrations PMSG on uterine development in mice [J]. Journal of Animal Science and Veterinary Medicine, 2021, 40(6): 56-59.