

全放牧婆罗门牛和 BMY 牛的超数排卵效果 及激素水平比较

和占星¹,和协超²,张继才¹,黄梅芬¹,王 喆¹,
朱芳贤¹,赵 刚¹,文际坤¹

(1 云南省肉牛和牧草研究中心,云南 昆明 650212;2 中国科学院 昆明动物研究所,云南 昆明 650223)

[摘 要] 为了比较婆罗门牛和 BMY 牛的雌二醇(E_2)、孕酮(P_4)水平及胚胎生产潜力,并探讨 MOET 技术在 BMY 牛扩繁中的应用前景,采用进口激素(日本产 FSH 24~36 mg + 美国产 PG 35 mg)和国产激素(国产 FSH 10~12 mg + 国产 PG 0.8 mg)对全放牧婆罗门牛和 BMY 牛进行超排,并于超排前(同期发情第 7 天)、超排开始、超排第 3 天、超排发情当天和胚胎回收当天采集血液,采用 RIA 法分析血浆中的 E_2 和 P_4 水平。结果表明,BMY 牛的黄体数和获胚(卵)数、可用胚数分别较婆罗门牛高 2.09 个和 0.95、0.36 枚,但差异不显著($P > 0.05$);BMY 牛的排卵率较婆罗门牛高 18.46 % ($P < 0.01$),而可用胚率则较婆罗门牛低 2.55 % ($P < 0.01$)。BMY 牛在 5 个处理时段的 E_2 和 P_4 平均值分别较婆罗门牛高 0.58 pg/mL ($P < 0.01$)和 1.44 ng/mL ($P > 0.05$),在各处理时段的 P_4 水平变化规律几乎与婆罗门牛一致, E_2/P_4 值为婆罗门牛的 5.16 倍。结果提示,BMY 母牛的 E_2 和 P_4 水平高于婆罗门牛,在激素水平和繁殖性能方面表现出一定的杂种优势; E_2 水平低是婆罗门牛发情微弱和排卵率低的主要原因之一;在同等放牧管理和超排处理条件下,婆罗门牛及其杂种 BMY 牛对外源激素的敏感性基本一致,具有同等的胚胎生产潜力。

[关键词] 全放牧;婆罗门牛;BMY 牛;超数排卵;雌二醇;孕酮

[中图分类号] S823.2

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2007)08-0039-05

Comparison of superovulation effect and hormone change of Brahman with BMY cattle in whole year grazing

HE Zhan-xing¹, HE Xie-chao², ZHANG Ji-cai¹, Huang Mei-fen¹,
WANG Zhe¹, ZHU Fang-xian¹, Zhao Gang¹, WEN Ji-kun¹

(1 Yunnan Provincial Beef Cattle and Pasture Research Center, Kunming, Yunnan 650212, China;

2 Kunming Institute of Zoology, CAS, Kunming, Yunnan 650223, China)

Abstract: To compare Estradiol (E_2), Progesterone (P_4) and potentialities of embryo production between Brahman cattle and its crossbreed-BMY cattle, and probe into the applying foreground of MOET technology in the expanding reproduction of BMY cattle, the experiment of superovulation with import hormone (FSH 24~36 mg of Japan plus PG 35 mg of USA) or native hormone (FSH 10~12 mg plus PG 0.8 mg) among Brahman cattle and BMY cattle in whole year grazing was carried out, then E_2 and P_4 levels of blood sample were collected and analyzed in five treatment times of superovulation i. e. on 7th day of synchronization estrous, starting superovulation or on the 10th day of synchronization estrous, on the 3rd day of superovulation and the day of standing heat after superovulation or the first time for AI and the day of

[收稿日期] 2006-07-14

[基金项目] 云南省自然科学基金项目(2001C0077M);云南省"十五"科技攻关项目(2001NG36)

[作者简介] 和占星(1963-),男,纳西族,云南丽江人,高级畜牧师,主要从事牛羊胚胎工程技术研究。
朱芳贤现在天津市奶牛发展中心工作。

recovered embryo or on the 7th day after AI by RIA. The results showed that average number of corpus luteum, recovered embryos, transferable embryos of BM Y cattle were in turn 10.19, 6.90 and 3.69, higher than those of Brahman, which were 8.10 ($P > 0.05$), 5.95 ($P > 0.05$) and 3.33 ($P > 0.05$), respectively. The rates of ovulation and transferable embryo in BM Y cattle were 83.59 % and 53.43 %, higher and lower than those of Brahman, which were 65.16 % ($P < 0.01$) and 56 % ($P < 0.01$), respectively. Although E_2 and P_4 change rules in five treatment times of BM Y were nearly the same as Brahman, average E_2 and P_4 of BM Y were 0.66 pg/mL and 6.71 ng/mL, higher than those of Brahman, which were 0.10 pg/mL ($P < 0.01$) and 5.27 ng/mL ($P > 0.05$), respectively. And average P_4/E_2 of five treatment times of Brahman was 5.34 times as the same as BM Y. It was indicated that the levels of E_2 and P_4 of BM Y were higher than those of Brahman, so BM Y cow showed a certain degree of heterosis at hormone and reproductive performance; and the low level of E_2 in Brahman cows maybe was a main reason of the estrous feebleness and low ovulation rate; pure Brahman and its crossbreed-BM Y cattle were equivalent on sensitivity of exogenous hormone and potentialities of embryo production under the same condition of feeding management and superovulation.

Key words: whole year grazing; Brahman cattle; BM Y cattle; superovulation; estradiol (E_2); progesterone (P_4)

云南省曾先后 2 次从澳大利亚引进婆罗门牛,经过多年的纯繁,种群个体数量达 200 余头,是中国惟一的婆罗门牛纯种种群,婆罗门牛具有耐热、抗蜱、抗焦虫、耐粗饲等特点。BM Y 牛[1/2 婆罗门(Brahman) × 1/4 莫累灰(Murray Grey) × 1/4 云南黄牛(Yunnan yellow cattle)]是云南省从 20 世纪 80 年代初至今正在杂交选育的亚热带良种肉牛,具有断奶增重率高、早熟、繁殖能力强、育肥增重快、抗蜱能力较强等优点^[1]。婆罗门牛和 BM Y 牛在云南南部及南方肉牛杂交改良中发挥着重要的作用。将常规育种与 MOET 育种相结合是加快 BM Y 牛选育进程的重要途径。研究婆罗门牛和 BM Y 牛有效的超排程序,掌握其不同处理时段的雌二醇(E_2)和孕酮(Progesterone, P_4)变化规律,对提高牛群的整体繁殖率具有重要的实际意义。

激素 E_2 和 P_4 对维持牛正常的性周期起着重要的作用。超排不同处理时段供体牛血中的 E_2 和 P_4 水平与最终所获胚数相关^[2]。有关荷斯坦牛(Holstein-Friesian)^[3-6]、Mertolego 牛^[7]、夏洛来牛(Charolais)^[8]、婆罗门牛(Brahman)^[9]、Nelore 牛^[10]、日本黑牛(Japanese Black)^[11]在发情周期或超排过程中激素变化的研究已有报道,但对正在培育中的 BM Y 牛生殖激素的研究尚属空白,国内也未见有关婆罗门牛超排及其激素变化的研究报道。为此,本研究比较了婆罗门牛和 BM Y 牛在同等条件下的超排效果及其不同处理时段血中的 E_2 、 P_4 水平,以期对婆罗门牛和 BM Y 牛的快速扩繁提供参

考依据。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 人工草场 牧场位于昆明市东郊,102°58'E、25°21'N,海拔 1 960 m,年均气温 13.7℃,年均降雨量 815.10 mm。

改良草场的主要牧草品种组合为白三叶(*Trifolium repense*)、非洲狗尾草(*Setaria sphacelata*)、东非狼尾草(*Pennisetum clandestinum*)、苇状狐茅(*Festuca arundinacea*)和云南知风草(*Eragrostis ferruginea*)。

1.1.2 供试牛 从云南省肉牛和牧草研究中心示范牧场饲养的牛群中,选择 3~10 岁、健康无病、性周期正常、体格较大、营养状况较好的雌性婆罗门牛和 BM Y 牛供体 76 头。

供体牛实行全日放牧管理,在冬春季节补充全株玉米青贮饲料。

1.1.3 试剂 进口 FSH(日本 Denka 制药株式会社生产)、进口 PGF2 α (USA Pharmacia & Upjohn 公司产品)、国产 FSH(中国科学院北京动物研究所生产)、国产氯前列烯醇(Cloprostenol,上海市计划生育科学研究所产品);雌二醇放射免疫测定试剂盒(E_2 -RIA Kit)和孕酮放射免疫测定试剂盒(Progesterone RIA Kit)由中国深圳拉尔文(Law)生物工程有限公司生产。

1.1.4 胚胎回收器具 16~18 号胚胎回收管及胚

胎自动灌流仪 , 均由日本富士平工业株式会社生产。

1.2 婆罗门牛和 BM Y 牛的超排处理

初选的空怀母牛在性周期的任何 1 d(除发情当日)一次性按 0.6 mg/ 头注射国产氯前列烯醇 , 进行同期发情处理。以发情之日为 0 d, 第 7 天通过直肠检查 , 选择卵巢上有黄体存在的母牛为供体 , 并在同期发情的第 10 或 11 天采用进口激素(日本产 FSH 24 ~ 36 mg + 美国产 PG 35 mg) 或国产激素(国产 FSH 10 ~ 12 mg + 国产 PG 0.8 mg) 开始超排 ; FSH 采用递减法注射 , 每天早晚各肌注 1 次 , 连续注射 4 d, 其中第 3 天在注射 FSH 的同时肌注 PG(早晚各 1 次) , 以诱导发情 ; 供体发情后用 114 号婆罗门种公牛冻精(云南省家畜冷冻精液站生产) 进行第 1 次人工授精 , 间隔约 8 ~ 12 h 进行第 2 次人工授精 , 共 2 次 , 输精量 0.25 mL/ (头 · 次) ; 以第一次人工授精之日为 0 d, 在第 7 天回收胚胎。试验在 2002 ~ 2005 年的春、夏、秋、冬季进行 , 婆罗门牛和 BM Y 牛同期发情和超排方法相同。

1.3 婆罗门牛和 BM Y 牛的血样采集及激素分析

于超排前(同期发情第 7 天)、超排开始(同期发

情 10 d, 第 1 次注射 FSH 时)、超排 3 d(注射第 5 次 FSH、第 1 次 PG 时)、超排发情当天(第 1 次人工授精时)和胚胎回收当天(人工授精第 7 天) 5 个时段采集供体牛的血样 , 用离心机 1 800 r/ min 离心分离血浆 , 于 - 20 ℃ 冷冻保存待测。血浆 E₂ 和 P₄ 测定参照 Nicholsk^[12] 和 Digerega^[13] 的方法 , 并按放射免疫测定试剂盒说明书要求进行。

1.4 数据的统计分析

获胚卵数、可用胚胎数及 E₂ 和 P₄ 值采用 t 检验(Student's t-test) , 超排有效率、排卵率和可用胚率采用 χ^2 检验。

2 结果与分析

2.1 婆罗门牛和 BM Y 牛的超排效果

由表 1 可见 , BM Y 牛的黄体数较婆罗门牛多 2.09 (P > 0.05) , 超排有效率、排卵率分别较婆罗门牛高 3.23 % (P > 0.05) 和 18.46 % (P < 0.01) , 获胚数和可用胚数分别较婆罗门牛多 0.95 (P > 0.05) 和 0.36 枚 (P > 0.05) , 但可用胚率较婆罗门牛低 2.55 % (P < 0.01) 。

表 1 婆罗门牛和 BM Y 牛超排效果的比较

Table 1 Comparison of effects of superovulation between Brahman and BM Y cattle

供体牛 Donor	超排有效率/ % Available rate of superovulation	黄体数 Average corpus luteum	未排卵泡数 Average follicle in unovulation	回收胚(卵) 数 Average recovered embryo	排卵率/ % Ovulation rate	可用胚数 Average transferable embryo	可用胚率/ % Rate of transferable embryo
婆罗门牛 Brahman	80.77 (21/ 26)	8.10 ±5.01	4.33 ±3.92 a	5.95 ±5.22	65.16 (170/ 261) B	3.33 ±3.80	56.00 (70/ 125) A
BM Y 牛 BM Y	84.00 (42/ 50)	10.19 ±4.89	2.00 ±2.63 b	6.90 ±5.30	83.59 (428/ 512) A	3.69 ±3.02	53.45 (155/ 290) B

注 : 同行数据后标不同小写字母表示差异显著 (P < 0.05) , 标不同大写字母表示差异极显著 (P < 0.01) ; 排卵率/ % = 黄体数/ (黄体数 + 未排卵泡数) ×100 % ; 超排有效率 = 发育良好的黄体在 2 个以上的供体数/ 参加超排供体数 ×100 % 。

Note : Different small letters behind the data in the same row show significant difference (P < 0.05) ; different capital letters behind the data in the same row show highly significant difference (P < 0.01) ; ovulation rate is equal to No. of corpus luteum/ (No. of corpus luteum plus No. of unovulation) ×100 ; available rate of superovulation is equal to No. of donors with two developing good corpus luteum upwards/ total No. of donors with superovulation.

2.2 婆罗门牛和 BM Y 牛不同处理时段 E₂ 和 P₄ 水平的变化

由表 2 可知 , BM Y 牛在超排开始、超排发情当天和胚胎回收时的 E₂ 值均极显著高于婆罗门牛 ; 超排前(同期发情第 7 天)至胚胎回收当天 5 个处理时段的平均 E₂ 和 P₄ 值分别较婆罗门牛高 0.58 pg/ mL (P < 0.01) 和 1.44 ng/ mL (P > 0.05) , 其 E₂/ P₄ 值为婆罗门牛的 5.16 倍。

从表 2 还可以看出 , BM Y 牛超排发情当天的 E₂ 值高于超排前(同期发情第 7 天) (P < 0.05) 、超排开始 (P > 0.05) 和超排第 3 天 (P < 0.01) , 于胚胎

回收当天达到峰值 , 该峰值极显著高于前 4 个时段 (P < 0.01) 的 E₂ 值 ; 而婆罗门牛血中的 E₂ 值以超排前(同期发情第 7 天)最高 , 其后呈下降趋势 , 于胚胎回收时降至最低 , 低于同期发情第 7 天 (P < 0.01) 、超排 3 d (P < 0.05) 和超排发情当天 (P < 0.05) 。

BM Y 牛和婆罗门牛血中的 P₄ 变化规律基本一致 , 同期发情第 7 天至超排 3 d 时呈上升趋势 , 超排 3 d 时的 P₄ 值显著高于同期发情 7 d , 到超排发情当天时降至最低水平 , 于胚胎回收当天达到峰值(表 2) 。

表 2 婆罗门牛和 BM Y 牛不同处理时段 E₂ 和 P₄ 水平的比较

Table 2 Comparison of E₂ and P₄ levels in different treatment stages of superovulation between Brahman and BM Y cattle

处理时间 Treatment time	E ₂ / (pg · mL ⁻¹)		P ₄ / (ng · mL ⁻¹)		E ₂ / P ₄ 值 Value of E ₂ / P ₄	
	婆罗门牛 Brahman	BM Y 牛 BM Y cattle	婆罗门牛 Brahman	BM Y 牛 BM Y cattle	婆罗门牛 Brahman	BM Y 牛 BM Y cattle
超排前 Before the superovulation	0.22 ±0.10 Aa (n = 6)	0.26 ±0.20 Bb (n = 21)	1.75 ±0.81 Bc (n = 6)	1.36 ±0.71 Bb (n = 21)	0.126	0.191
超排开始 Beginning superovulation	0.06 ±0.03 ABbc Y (n = 6)	0.36 ±0.26 BabX (n = 16)	1.90 ±0.94 Bbc (n = 6)	2.04 ±0.92 Ba (n = 16)	0.032	0.176
超排第 3 天 On 3rd day of superovulation	0.11 ±0.08 ABab (n = 6)	0.14 ±0.03 C (n = 4)	4.37 ±2.45 ABb (n = 6)	3.90 ±1.34 Ba (n = 4)	0.025	0.036
超排发情 Estrous after SOV	0.09 ±0.06 ABb Y (n = 6)	0.51 ±0.39 BaX (n = 16)	1.68 ±0.30 Bc (n = 6)	1.33 ±1.09 Bb (n = 16)	0.054	0.383
胚胎回收 Day of recovered embryos	0.03 ±0.01 Bc Y (n = 6)	1.53 ±1.14 AX (n = 21)	16.65 ±8.57 Aa (n = 6)	20.23 ±15.46 A (n = 21)	0.002	0.076
平均 Average	0.10 ±0.09 Y (n = 30)	0.66 ±0.83 X (n = 78)	5.27 ±6.97 (n = 30)	6.71 ±11.46 (n = 78)	0.019	0.098

注:同列数据后标不同小写字母者表示差异显著 ($P < 0.05$),标不同大写字母者表示差异极显著 ($P < 0.01$);同行字母后的 X 和 Y 表示婆罗门牛和 BM Y 牛相同处理时段 E₂ 激素水平的差异极显著 ($P < 0.01$)。

Note:Different small letters behind the data in the same column show significant difference ($P < 0.05$),and different capital letters behind the data in the same column show highly significant difference ($P < 0.01$);capital letters X and Y behind the data show the comparison of E₂ levels between Brahman and BM Y cattle in the same treatment time are significant different ($P < 0.01$).

3 讨 论

本试验中,婆罗门牛超排所获的平均可用胚数为 3.33 枚/头,高于 Bastidas 等^[14]和 Armas 等^[15]对婆罗门的研究结果;BM Y 牛平均可用胚数为 3.69 枚/头,高于 Aguilar 等^[16]对“婆罗门牛 × 瑞士牛”杂交牛的研究结果(2.57 枚/头)。

在自然状况下,母牛卵泡分泌的 E₂ 值在发情期排卵前 3 ~ 1 d 快速上升,排卵时降到最低,黄体期保持较低水平^[17]。超排是在母牛的黄体期注射 FSH,促使多个卵泡发育成熟,并通过注射 PG 消退黄体,实现多排卵。但 Kim 等^[6]的研究表明,荷斯坦母牛注射 FSH 2 d 后能发育到 ≥10 mm 的卵泡数为 0.3 个/头,仅占卵泡总数的 3.2 %。本试验中的供体牛在注射 FSH 2 d(4 次)后,血中 E₂ 值较同期发情第 7 天还低,说明此时期发育到具有分泌 E₂ 功能的大卵泡数尚较少。

Carpenter 等^[9]对 20 ~ 24 月龄婆罗门牛从发情当天到发情第 7 天的 P₄ 值进行了测定,结果表明,其 P₄ 值从发情第 2 天开始上升,于第 5 天达到较高的水平,并保持到第 7 天。在本试验中,供体牛同期发情第 12 天(超排第 3 天,注射 PG 前)时的 P₄ 值极显著或显著高于同期发情第 7 天,说明母牛 P₄ 水平变化并不受外源激素 FSH 的影响,而是按自然性周期规律进行,约在发情第 12 天时达到高峰,注射

PG 48 h 后,P₄ 水平随黄体的消退而急速下降。

Lopes da Costa 等^[7]报道,Mertolego 肉牛在开始注射 FSH、注射 PG、超排发情和胚胎回收 4 个处理时段的 P₄ 值分别是 8.0,12.8,0.34 和 15.3 ng/mL。本试验中,相应 4 个处理时段中供体牛的 P₄ 值以胚胎回收当天最高,而以超排发情时最低,与 Lopes da Costa 等^[7]的研究结果一致。这主要是由于超排使母牛排卵数明显增加,胚胎回收时卵巢上有多个黄体发育所致。

正常发情和微弱发情母牛的排卵分别发生在 LH 峰值后 21 ~ 26 h 和 44 ~ 52 h^[18],说明发情强弱与排卵时间有关。在放牧条件下,婆罗门牛母牛的发情表现没有 BM Y 牛明显。据文际坤等^[19]报道,在同等的饲养管理条件下,婆罗门牛自然交配后的产犊率较 BM Y 牛低 15.55 %。本试验中,婆罗门牛的 E₂ 水平和排卵率极显著低于 BM Y 牛,表明 E₂ 水平高低对母牛的发情和排卵影响较大。

母牛在 LH 高峰期,E₂ 值增加,P₄ 值降低,E₂/P₄ 值达到最高^[17]。本试验中,BM Y 牛的 E₂/P₄ 值以超排发情当天最高,与森纯一等^[17]的研究结果一致;而婆罗门牛则以同期发情第 7 天最高,与森纯一等^[17]的研究结果相反,说明 E₂ 和 P₄ 比例变化也与品种有关。

Nishigai 等^[11]研究表明,日本黑牛在同期发情第 7 天的黄体发育质量与 P₄ 值、胚胎移植妊娠率相

关; P_4 值 ≥ 2.5 ng/mL 受体牛的妊娠率显著高于 P_4 值 ≤ 2.5 ng/mL 的受体牛。本试验中,婆罗门牛排卵率低,但可用胚率高于 BM Y 牛,表明发情第 7 天的 P_4 水平高低对胚胎发育质量有一定影响。

【参考文献】

- [1] 文际坤. 婆罗门牛在我国南方的引种及选育研究进展 [M]. 2001 年国际肉牛生产及科研学术会议论文集. 北京: 中国农业出版社, 2001: 196-201.
- [2] Saumande J, Batra S K. superovulation in cow: comparison of oestradiol- 17β and progesterone pattern in plasma and milk of cow induced to superovulate, relationship with ovarian responses [J]. Journal Endocrinology, 1985, 107 (2): 259-264.
- [3] Chagase Silva J, Lopes da Costa L, Robalo Silva J. Embryo yield and plasma progesterone profiles in superovulated dairy cow and heifers [J]. Animal Reproduction Science, 2002, 69: 1-8.
- [4] Sartori R, Suárez Fernández C A, Monon R L, et al. Improvement in recovery of embryos/ova using a shallow uterine flushing technique in superovulated Holstein heifers [J]. Theriogenology, 2003, 60: 1319-1330.
- [5] Kohram H, Twagiramungu H, Bousquet D, et al. Ovarian superstimulation after follicular wave synchronization with GnRH at two different stages of the estrous cycle in cattle [J]. Theriogenology, 1998, 49: 1175-1186.
- [6] Kim I H, Son D S, Yeon S H, et al. Effect of dominant follicle removal before superstimulation on follicular growth, ovulation and embryo production in Holstein cows [J]. Theriogenology, 2001, 55: 937-945.
- [7] Lopes da Costa L, Chagase Silva J, Robalo Silva J. Superovulation response embryo quality and fertility after treatment with different gonadotrophins in native cattle [J]. Theriogenology, 2001, 56: 65-77.
- [8] Lafri M, Ponsart C, Durand M, et al. Influence of CIDR treatment during superovulation on embryo production and hormonal patterns in cattle [J]. Theriogenology, 2002, 58: 1141-1151.
- [9] Carpenter B B, Forbes T D A, Carpena M, et al. Follicular dynamics, embryo production, and hormonal responses in Brahman heifers following sympathetic stimulation [J]. Animal Reproduction Science, 1994, 72: 2948-2954.
- [10] Nibart N, Slimane N, Herrea R, et al. Variation des concentrations plasmatiques des hormones gonadotropes (FSH, LH) et stéroïdes (oestradiol- 17β , progestéone) après différents traitements de Superovulation chez la vache [J]. Élevage et Insemination, 1988, 226: 11-30.
- [11] Nishigai M, Kamomae H, Tanaka T, et al. Pregnancy rate and blood progesterone concentration on the previous day and the day of frozen embryo transfer in parous recipient cows of Japanese Black [J]. Journal of Reproduction and Development, 1998, 44 (4): 413-419.
- [12] Nicholsk, Scherke L, Berson H. Estradiol for postmenopausal estrogen replacement therapy [J]. Obstet Gynecol Survey, 1984, 39: 230-245.
- [13] Digerega G, Hodgen G. Folliculogenesis in primate ovariectomy [J]. Endocrinol Rev, 1981, 2: 27.
- [14] Bastidas P, Randel R D. Seasonal effects on embryo transfer results in Brahman cow [J]. Theriogenology, 1987, 28 (4): 531-540.
- [15] Armas R D, Aparicio N, Nader C. Superovulatory response in Bos indicus breeds, borders or lack of knowledge [J]. Archives of Animal Breeding, 2001, 44 (Special Issue): 163.
- [16] Aguilar M M, Galina C S, Merchant H, et al. Comparison of stereoscopy, light microscopy and ultrastructural methods for evaluation of bovine embryos [J]. Reproduction in Domestic Animals, 2002, 37 (6): 341-346.
- [17] 森純一, 金川弘司, 浜名克己. 獣医繁殖学 [M]. 2 版. 東京: 文永堂出版株式会社, 2003: 69.
- [18] Takeishi M, Tsumagari S, Nanba S, et al. Plasma luteinizing hormone, estradiol- 17β , progesterone, prostaglandin F-Metabolite during the peri-estrous period in the cow with normal and feeble estruses [J]. The Japanese Journal of Animal Reproduction, 1998, 34 (5): 61-67.
- [19] 文际坤, 杨国荣, 赵开典, 等. BM Y 牛的扩繁和选育研究 [J]. 云南畜牧兽医, 2003 (3): 1-4.