

中国畜牧杂志
Chinese Journal of Animal Science
ISSN 0258-7033,CN 11-2083/S

《中国畜牧杂志》网络首发论文

题目：不同同期处理对不同品种母牛繁殖性能的影响
作者：木热迪力·麦麦提，陈长征，吕外科，程志跃，赵国栋，王旭光
DOI：10.19556/j.0258-7033.20240430-08
收稿日期：2024-04-30
网络首发日期：2025-03-04
引用格式：木热迪力·麦麦提，陈长征，吕外科，程志跃，赵国栋，王旭光．不同同期处理对不同品种母牛繁殖性能的影响[J/OL]．中国畜牧杂志．https://doi.org/10.19556/j.0258-7033.20240430-08

网络首发：在编辑部工作流程中，稿件从录用到出版要经历录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿等阶段。录用定稿指内容已经确定，且通过同行评议、主编终审同意刊用的稿件。排版定稿指录用定稿按照期刊特定版式（包括网络呈现版式）排版后的稿件，可暂不确定出版年、卷、期和页码。整期汇编定稿指出版年、卷、期、页码均已确定的印刷或数字出版的整期汇编稿件。录用定稿网络首发稿件内容必须符合《出版管理条例》和《期刊出版管理规定》的有关规定；学术研究成果具有创新性、科学性和先进性，符合编辑部对刊文的录用要求，不存在学术不端行为及其他侵权行为；稿件内容应基本符合国家有关书刊编辑、出版的技术标准，正确使用和统一规范语言文字、符号、数字、外文字母、法定计量单位及地图标注等。为确保录用定稿网络首发的严肃性，录用定稿一经发布，不得修改论文题目、作者、机构名称和学术内容，只可基于编辑规范进行少量文字的修改。

出版确认：纸质期刊编辑部通过与《中国学术期刊（光盘版）》电子杂志社有限公司签约，在《中国学术期刊（网络版）》出版传播平台上创办与纸质期刊内容一致的网络版，以单篇或整期出版形式，在印刷出版之前刊发论文的录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿。因为《中国学术期刊（网络版）》是国家新闻出版广电总局批准的网络连续型出版物（ISSN 2096-4188，CN 11-6037/Z），所以签约期刊的网络版上网络首发论文视为正式出版。

网络首发时间：2025-03-04 10:55:40　网络首发地址：https://link.cnki.net/urlid/11.2083.S.20250304.0927.001

不同同期处理对不同品种母牛繁殖性能的影响[1]

木热迪力·麦麦提[1]，陈长征[1]，吕外科[2]，程志跃[1]，赵国栋[1*]，王旭光[1*]

（1.新疆农业大学动物科学学院，新疆乌鲁木齐　830052；2.新疆农网牧业有限公司，新疆博乐　833505）

摘　要：本研究旨在探究不同同期发情方案对西门塔尔、海福特以及安格斯母牛繁殖性能的影响。研究采用P-G-P-G和Ovsynch-56 2 种同期发情方案对西门塔尔、海福特以及安格斯共计 289 头母牛进行处理，以肌肉注射第 1 针计为实验第 0 天。P-G-P-G组第 0 天肌肉注射 0.4 mg 氯前列烯醇（$PGF_{2\alpha}$），第 3 天肌肉注射 200 μg促性腺素释放激素（GnRH），第 8 天肌肉注射 0.4 mg $PGF_{2\alpha}$，第 10 天注射 200 μg GnRH；Ovsynch-56 组第 0 天肌肉注射 200 μg GnRH，第 7 天注射 0.4 mg $PGF_{2\alpha}$，第 9 天注射 200 μg GnRH。其中，3 个品种母牛随机分别挑选 6 头母牛在每次给药的第 2 天用普通采血管尾根静脉采集血液，检测母牛血清中GnRH、促卵泡生成素（FSH）、促黄体生成素（LH）和雌激素（E_2）浓度。结果表明：P-G-P-G和Ovsynch-56 方案分别处理了 151 头和 138 头母牛，发情率分别为 85.43%和 78.26%（$P>0.05$），情期受胎率分别为 68.87%和 62.32%（$P>0.05$）。其中，西门塔尔牛通过P-G-P-G处理的发情率显著高于Ovsynch-56。海福特和安格斯牛通过P-G-P-G和Ovsynch-56 同期处理方案的发情率及受胎率差异均不显著。P-G-P-G处理母牛血清中LH水平均极显著高于Ovsynch-56 处理。Ovsynch-56 处理西门塔尔母牛血清中E_2 水平显著高于P-G-P-G处理，海福特和安格斯母牛血清中E_2 水平无显著差异。P-G-P-G组和Ovsynch-56 组母牛血清中FSH浓度均无显著差异。P-G-P-G处理母牛血清中GnRH浓度在注射PGF2α后第 2 天出现峰值（$P<0.01$）。虽然P-G-P-G处理与Ovsynch-56 处理之间发情率及受胎率之间基本没有显著差异，但P-G-P-G处理发情率及受胎率均有上升趋势，相对而言，进行P-G-P-G同期处理较好。

关键词：同期发情；生殖激素；人工授精；母牛

中图分类号：S823.3　　文献标识码：A　　DOI编号：10.19556/j.0258-7033.20240430-08

同期发情-定时输精技术不仅适用于发情周期规律的母牛，对某些发情周期异常的母牛也有治疗作用[1-2]。在母牛同期发情处理中，通常使用药物处理来控制和同步母牛发情，使母牛在相近的时间段里发情便于集中配种。农业农村部将定时人工输精（Timed Artificial

收稿日期：2024-04-30；修回日期：2024-05-31

资助项目：新疆维吾尔自治区人才发展基金“天池英才”引进计划项目（2224ZZQRCXM）

作者简介：木热迪力·麦麦提（1999-），男，维吾尔族，新疆阿克苏人，硕士，主要从事动物繁殖与研究，E-mail：1621767913@qq.com

*通讯作者：赵国栋（1989-），男，甘肃人，博士，主要从事草食动物繁殖理论与技术，E-mail：zhaogd2021@163.com；王旭光（1975-），男，新疆哈密人，博士，主要从事动物繁殖生物技术，E-mail：wangxuguang@xjau.edu.cn

Insemination，TAI）技术定为 2018 年主推技术，这为该技术的研究创造了有利环境[3]。Hölper等[4]采用 7d-CO-synch+CIDR法通过不同剂量药物对母牛进行同期处理，结果表明隔 24 h通过 2 次氯前列烯醇（PGF2α）处理的奶牛受胎率（46.5%）高于双倍剂量PGF2α组（37.7%）。Whittier等[5]研究表明，与 7d-CO-Synch+CIDR程序相比，5d-CO-Synch+CIDR程序的妊娠率显著提高，其主要的不同体现在CIDR（孕酮栓）处理的时间长短、输精时间以及PGF2α处理的次数等不同。母牛同期发情定时输精技术目前应用较为成熟，但是在实际生产中发现不同品种母牛间对激素的敏感性不同，因此，本研究在原有的同期发情技术下进行改良，通过P-G-P-G和Ovsynch-56 同期发情处理西门塔尔、海福特以及安格斯母牛，统计母牛的发情率和受胎率，同时测定母牛血清激素水平，筛选不同品种母牛的最佳同期方案。

1 材料与方法

1.1 实验时间及地点　　本实验于 2023 年 6 月 16 日—2023 年 12 月 11 日在新疆维吾尔自治区博尔塔拉蒙古自治州温泉县塔秀乡新疆农网牧业养殖场进行。

1.2 实验动物　　实验选取 289 头母牛，其中 2~3 岁平均体重（430±3.24）kg的西门塔尔经产母牛 145 头，分批次随机分为P-G-P-G组 76 头和Ovsynch-56 组 69 头。16~18 月龄平均体重（340±2.17）kg的海福特初产母牛 91 头，分批次随机分为P-G-P-G组组 46 头和Ovsynch-56 组 45 头。2~3 岁平均体重（490±5.68）kg的安格斯经产母牛 53 头，分批次随机分为P-G-P-G组 29 头和Ovsynch-56 组 24 头。实验期间所有母牛采用统一饲养标准饲喂，每日饲喂 2 次基础日粮，自由饮水。

1.3 实验材料　　注射用促性腺素释放激素（GnRH，每支 200 μg）购自宁波三生有限责任公司；氯前列烯醇注射液（$PGF_{2\alpha}$，每支 0.2 mg）购自宁波第二激素厂。酶标仪（iMark，Bio-Rad公司）、兽用B超测孕仪、离心机、输精枪、真空采血管、一次性注射器（规格 5 mL装）、一次性长臂手套、乳胶手套。LH、E_2、GnRH、FSH试剂盒均购自上海酶联科技生物有限公司。

1.4 实验设计　　将 289 头母牛随机分配至试验组和对照组在相同的饲养条件下按生理状态分批次同时进行同期发情处理。其中西门塔尔、海福特及安格斯母牛分别进行了 4、3 及 2 批次的同期处理。以肌肉注射第 1 针计为实验第 0 天。P-G-P-G组第 0 天肌肉注射 0.4 mg $PGF_{2\alpha}$，第 3 天肌肉注射 200 μg促性腺素释放激素（GnRH），第 8 天肌肉注射 0.4 mg $PGF_{2\alpha}$，第 10 天注射 200 μgGnRH。Ovsynch-56 组第 0 天肌肉注射 200 μg GnRH，第 7 天注射 0.4 mg $PGF_{2\alpha}$，第 9 天注射 200 μg GnRH。G1 为第 1 次注射GnRH后的第 2 天，PG为第 1 次注射PGF2α后的第 2 天，G2 为第 2 次注射GnRH后的第 2 天。实验期间每日早、中、晚观察母牛

发情状况，每次观察发情时间不低于 2 h，以母牛站立接受其它母牛爬跨确定为发情，母牛发情后间隔 10 h进行人工输精，对未发情母牛肌肉注射完最后 1 针间隔 16 h进行定时人工输精，对母牛人工输精后 35 d进行B超妊娠检查。

发情率=在一个情期内出现发情表现的母牛/母牛总数×100%

受胎率=在一个情期内受胎的母牛头数/进行人工输精的母牛总数×100%

1.5 样品的采集与处理　　在西门塔尔牛第 4 批次同期处理时从P-G-P-G组和Ovsynch-56 组中随机各选取 6 头母牛，在海福特母牛第 1 批次同期处理时P-G-P-G组和Ovsynch-56 组随机各选取 6 头母牛，在安格斯母牛第 2 批次同期处理时P-G-P-G组及Ovsynch-56 组随机各选取 6 头母牛。分别在每次进行药物注射后第 2 天晨饲前 2 h用普通采血管空腹尾静脉采血，3 500 r/min离心 10 min分离血清，置于-20℃冰箱保存，检测母牛GnRH、促卵泡生成素（FSH）、促黄体生成素（LH）和雌激素（E_2）浓度。

1.6 统计分析　　对测定所得到的血清激素通过Excel进行整理，数据使用SPSS26.0 软件对所测定的进行单因素ANOVA检验和独立样本*t*检验，结果以平均数±标准差表示。对收集的母牛同期处理数据，使用SPSS26.0 对其发情率和受胎率进行卡方检验。$P<0.01$ 为差异极显著，$P<0.05$ 为差异显著，$P>0.05$ 为差异不显著。

2 结果与分析

2.1 P-G-P-G处理对不同品种母牛生殖激素水平的影响　　如表 1 所示，实验第 1 天，海福特母牛血清中GnRH水平分别比西门塔尔和安格斯高 57.90%、54.96%（$P<0.01$），西门塔尔与安格斯比差异不显著；西门塔尔母牛血清中LH水平分别比海福特和安格斯高 195.19%、92.44%（$P<0.01$），安格斯与海福特相比提高了 53.39%（$P<0.01$）。血清中FSH和E_2 水平在各品种间差异不显著。实验第 4 天，血清中GnRH水平西门塔尔母牛分别比海福特和安格斯高 20.76%、13.60%（$P<0.05$），海福特和安格斯相比差异不显著。血清中FSH、E_2 及LH水平各品种间差异不显著。实验第 9 天，西门塔尔和安格斯母牛血清中GnRH水平与海福特相比分别高 43.97%、41.07%（$P<0.01$），西门塔尔母牛与安格斯差异不显著；海福特母牛血清中LH水平比西门塔尔和安格斯比分别提高了 22.97%、22.53%（$P<0.05$），西门塔尔与安格斯差异不显著。实验第 11 天，安格斯母牛血清中GnRH水平与西门塔尔和海福特相比分别提高了 40.79%、36.82%（$P<0.01$），海福特与西门塔尔相比提高了 38.28%（$P<0.01$）；海福特血清中LH水平比西门塔尔和安格斯分别提高了 155.63%、223.75%（$P<0.01$）。

表 1　P-G-P-G处理对不同品种母牛生殖激素水平的影响（*n*=6）

指标	品种	第 1 天	第 4 天	第 9 天	第 11 天
	西门塔尔	64.21±7.94^{B}	78.98±3.03^{a}	127.17±4.00^{A}	52.06±5.87^{C}
GnRH,mIU/mL	海福特	101.39±5.82^{A}	65.40±2.38^{b}	88.33±4.53^{B}	71.99±5.99^{B}
	安格斯	65.43±5.61^{B}	69.48±6.65^{b}	124.61±4.96^{A}	98.50±3.84^{A}
	西门塔尔	0.10±0.01	0.10±0.07	0.10±0.00	0.11±0.02
FSH,pg/mL	海福特	0.11±0.13	0.10±0.01	0.11±0.03	0.11±0.01
	安格斯	0.10±0.00	0.10±0.00	0.11±0.01	0.10±0.00
	西门塔尔	58.33±6.87^{A}	45.81±2.95	42.80±1.59^{b}	35.36±3.81^{B}
LH,mIU/mL	海福特	19.76±2.10^{C}	42.97±6.42	52.63±5.41^{a}	90.39±6.45^{A}
	安格斯	30.31±3.11^{B}	39.86±3.23	42.95±5.42^{b}	27.92±4.42^{B}
	西门塔尔	5.53±2.76	6.52±4.51	6.93±3.42	6.31±2.48
E_2,pg/mL	海福特	8.03±4.59	6.71±0.68	5.91±2.06	9.29±3.00
	安格斯	5.28±1.32	3.54±1.64	7.44±4.26	5.26±1.11

注：同一激素，同列数据肩标不同小写字母表示差异显著（*P*<0.05），不同大写字母表示差异极显著（*P*<0.01），无字母标注表示差异不显著（*P*>0.05），下表同。

2.2 Ovsynch-56 处理对不同品种母牛生殖激素水平的影响　　如表 2 所示，试验第 1 天，血清中GnRH水平海福特母牛分别比西门塔尔和安格斯高 25.58%、72.47%（*P*<0.01），西门塔尔母牛比安格斯高 37.34%（*P*<0.01）；血清中E2 水平西门塔尔母牛分别比海福特和安格斯高 192.90%、271.37%（*P*<0.01），海福特与安格斯间差异不显著。血清中FSH和LH水平各品种之间差异不显著。试验第 8 天，血清中GnRH水平西门塔尔和海福特母牛分别比安格斯高 33.24%、36.99%（*P*<0.01），西门塔尔和海福特间差异不显著；血清中LH水平海福特母牛分别比西门塔尔和安格斯高 29.52%、223.27%（*P*<0.01），西门塔尔母牛比安格斯高 149.59%（*P*<0.01）。血清中FSH和E_2 水平各品种之间差异不显著。试验第 10 天，血清中GnRH水平西门塔尔母牛分别比海福特和安格斯高 32.11%、53.66%（*P*<0.01），海福特与安格斯间差异不显著；血清中LH水平西门塔尔母牛和海福特分别比安格斯高 236.63%（*P*<0.01）和 217.60%（*P*<0.01），西门塔尔母牛和海福特间差异不显著；血清中E_2 水平西门塔尔母牛分别比海福特和安格斯高 136.93%、136.24%（*P*<0.01），海福特与安格斯间差异不显著。血清中FSH水平各品种之间差异不显著。

表 2　Ovsynch-56 处理对不同品种母牛生殖激素水平的影响（*n*=6）

指标	品种	第 1 天	第 8 天	第 10 天
GnRH,mIU/mL	西门塔尔	87.61±6.22^{B}	80.00±5.34^{A}	82.04±4.58^{A}
	海福特	110.02±9.82^{A}	82.25±2.72^{A}	62.10±6.61^{B}
	安格斯	63.79±7.89^{C}	60.04±7.46^{B}	53.59±6.70^{B}
FSH,pg/mL	西门塔尔	0.10±0.00	0.11±0.01	0.10±0.00
	海福特	0.10±0.01	0.10±0.01	0.10±0.00
	安格斯	0.10±0.00	0.11±0.01	0.11±0.00
LH,mIU/mL	西门塔尔	1.35±0.18	42.48±5.77^{B}	40.16±3.15^{A}
	海福特	2.87±1.14	55.02±6.56^{A}	37.89±6.35^{A}
	安格斯	3.87±0.38	17.02±2.60^{C}	11.93±1.29^{B}
E_2,pg/mL	西门塔尔	18.16±4.21^{A}	10.37±4.10	16.23±1.56^{A}
	海福特	6.20±2.55^{B}	5.73±3.35	6.85±2.18^{B}
	安格斯	4.89±2.75^{B}	6.93±1.96	6.87±2.04^{B}

2.3 不同同期处理对西门塔尔母牛生殖激素水平的影响　　如表 3 所示，在西门塔尔母牛第 1 次GnRH注射后的第 2 天，与Ovsynch-56 组相比，P-G-P-G组组母牛血清中LH水平提高了 3293.33%（*P*<0.01），E_2 水平降低了 178.53%（*P*<0.05），GnRH和FSH水平差异不显著。在注射$PGF_{2\alpha}$后的第 2 天，P-G-P-G组母牛血清中GnRH水平比Ovsynch-56 组高 58.96（*P*<0.01），FSH、LH及E_2 水平差异不显著。在西门塔尔母牛第 2 次注射GnRH后的第 2 天，Ovsynch-56 组血清中GnRH、E_2 水平比P-G-P-G组分别高 17.27%（*P*<0.01）和 157.05（*P*<0.05），FSH和LH水平差异不显著。

表 3　不同同期处理对西门塔尔母牛生殖激素水平的影响（*n*=6）

指标	组别	G1	PG	G2
GnRH,mIU/mL	P-G-P-G组	78.98±3.03	127.17±3.99^{A}	52.06±5.87^{B}
	Ovsynch-56 组	87.61±6.22	80.00±5.34^{B}	82.04±4.58^{A}
FSH ,pg/mL	P-G-P-G组	0.10±0.00	0.10±0.00	0.11±0.02
	Ovsynch-56 组	0.10±0.00	0.11±0.00	0.10±0.00
LH ,mIU/mL	P-G-P-G组	45.81±2.95^{A}	42.80±1.59	35.36±3.81
	Ovsynch-56 组	1.35±0.18^{B}	42.48±5.77	40.16±3.15

E_2,pg/mL	P-G-P-G组	6.52±4.51^{b}	6.93±3.42	6.31±2.48^{b}
	Ovsynch-56 组	18.16±4.21^{a}	10.37±4.10	16.22±1.56^{a}

注：G1 为第 1 次注射GnRH后的第 2 天，PG为第 1 次注射PGF2α后的第 2 天，G2 为第 2 次注射GnRH后的第 2 天。下表同。

2.4 不同同期处理对海福特母牛生殖激素水平的影响　　如表 4 所示，对海福特母牛第 1 次注射GnRH后的第 2 天，与Ovsynch-56 相比，P-G-P-G组血清中GnRH水平降低了 58.53%（P<0.01），LH水平提高 1397.21%（P<0.01），FSH和E_2 水平差异不显著。在海福特母牛注射$PGF_{2\alpha}$后的第 2 天以及第 2 次注射GnRH后的第 2 天，2 个处理组血清中GnRH、FSH、LH及E_2 水平差异不显著。

表 4　不同同期处理对海福特母牛生殖激素水平的影响（n=6）

指标	组别	G1	PG	G2
GnRH,mIU/mL	P-G-P-G组	69.40±2.38^{B}	88.33±4.53	71.99±5.99
	Ovsynch-56 组	110.02±9.82^{A}	82.25±2.72	62.10±6.61
FSH,pg/mL	P-G-P-G组	0.10±0.00	0.11±0.03	0.11±0.01
	Ovsynch-56 组	0.10±0.00	0.10±0.01	0.10±0.00
LH,mIU/mL	P-G-P-G组	42.97±6.42^{A}	52.63±5.41	90.39±6.45^{A}
	Ovsynch-56 组	2.87±1.14^{B}	55.02±6.56	37.89±6.35^{B}
E_2,pg/mL	P-G-P-G组	6.71±0.68	5.91±2.06	9.29±3.00
	Ovsynch-56 组	6.20±2.55	5.73±3.35	6.85±2.18

2.5 不同同期处理对安格斯母牛生殖激素水平的影响　　如表 5 所示，在安格斯母牛第 1 次注射GnRH后的第 2 天，P-G-P-G组血清中LH水平较Ovsynch-56 组提高了 922.22%（P<0.01）；GnRH、FSH及E_2 水平差异不显著。在注射$PGF_{2\alpha}$后的第 2 天，P-G-P-G组血清中GnRH、LH水平比Ovsynch-56 组分别高 107.54%、152.35%（P<0.01），FSH和E_2 水平差异不显著。在安格斯母牛第 2 次注射GnRH后的第 2 天，P-G-P-G组血清中GnRH、LH水平比Ovsynch-56 组分别高 83.80%、134.03%（P<0.01），FSH和E_2 水平差异不显著。

表 5　不同同期处理对安格斯母牛生殖激素水平的影响（n=6）

指标	组别	G1	PG	G2
GnRH,mIU/mL	P-G-P-G组	69.48±6.65	124.61±4.95^{A}	98.50±3.84^{A}
	Ovsynch-56 组	63.79±7.89	60.04±7.46^{B}	53.59±6.70^{B}

FSH,ng/mL	P-G-P-G组	0.10±0.00	0.11±0.01	0.10±0.00
	Ovsynch-56 组	0.10±0.00	0.11±0.01	0.11±0.00
LH,mIU/mL	P-G-P-G组	39.56±3.23^{A}	42.95±5.42^{A}	27.92±4.42^{A}
	Ovsynch-56 组	3.87±0.38^{B}	17.02±2.60^{B}	11.93±1.29^{B}
E_2,pg/mL	P-G-P-G组	3.54±1.64	7.44±4.26	5.26±1.11
	Ovsynch-56 组	4.89±2.75	6.93±1.13	6.87±2.04

2.6 不同同期处理对母牛繁殖性能的影响　　如表 6 所示，P-G-P-G共计处理 151 头母牛，其中发情率为 85.43%，情期受胎率为 68.87%。Ovsynch-56 共计处理 138 头母牛，发情率为 78.26%，受胎率为 62.32%。

表 6　不同同期处理对母牛繁殖性能的影响

处理	处理牛数,头	发情牛数,头	受胎牛数,头	发情率,%	情期受胎率,%
P-G-P-G	151	129	104	85.43	68.87
Ovsynch-56	138	108	86	78.26	62.32

注：同列数据肩标不同小写字母表示差异显著（$P<0.05$），无字母表示差异不显著（$P>0.05$），下表同。

2.7 不同同期处理对不同品种母牛繁殖性能的影响　　如表 7 所示，在西门塔尔母牛中，P-G-P-G组发情率比Ovsynch-56 组提高 12.80%（$P<0.05$）；P-G-P-G组情期受胎率为 71.05%，Ovsynch-56 组情期受胎率为 62.32%，两者差异不显著。海福特母牛中，P-G-P-G组和Ovsynch-56 组发情率分别为 82.60%、82.22%（$P>0.05$），情期受胎率分别为 67.39%、60.00%（$P>0.05$）。安格斯母牛中，P-G-P-G组和Ovsynch-56 组发情率分别为 82.76%、75.00%（$P>0.05$），情期受胎率分别为 65.52%、66.67%（$P>0.05$）。

表 7　不同同期处理对不同品种母牛繁殖性能的影响

品种	组别	总数,头	发情头数,头	发情率,%	情期受胎率,%
西门塔尔	P-G-P-G组	76	67	88.16^{a}	71.05
	Ovsynch-56 组	69	52	75.36^{b}	62.32
海福特	P-G-P-G组	46	38	82.60	67.39
	Ovsynch-56 组	45	37	82.22	60.00
安格斯	P-G-P-G组	29	24	82.76	65.52
	Ovsynch-56 组	24	18	75.00	66.67

3 讨　论

3.1 不同同期方案对不同品种母牛生殖激素的影响　　有不少研究结合卵泡的发育动态来综合分析激素的变化，分析激素之间的相关性及相关程度。目前，国内外学者对奶牛生殖激素变化的研究主要集中在发情周期中各种激素的变化及其与排卵的关系[6]。生殖激素与繁殖具有直接联系，各生殖激素都具有各自的作用及特点。

GnRH处理可提高发情和未表现出发情特征动物的受胎率[7]。GnRH具有FSH和LH的双重作用，研究表明，在定时输精时注射GnRH有助于提高肉牛排卵同步率[8]。FSH是目前超数排卵处理中有效的激素之一，通常用于促进卵泡发育和增加排卵次数。此外，它还可用于治疗黄体、卵泡停育和多卵泡发育[9]。胡婷婷等[10]通过超微粉催情散和PGF2α法对母牛进行同期处理，分别于用药后第 3、6、9、12、15 天进行尾静脉采血并进行激素测定，结果表明母牛血清FSH水平无显著差异，这与本研究中结果相一致。LH能加速卵巢内的血流，通过促卵泡激素的作用，引起卵泡排卵，促进黄体形成，进而刺激黄体分泌孕酮[11]。高浓度的孕激素可使奶牛体内的大卵泡闭锁退化，同时也抑制小卵泡生长，人为地延长卵巢的黄体期[12]。Szymanska等[13]研究发现LH浓度从 7~100 ng/mL不等，在发情前的 3~6 h可以达到 100 ng/mL，高浓度维持 8~10 h。从本研究中，通过P-G-P-G同期处理时，不同品种母牛间LH浓度均极显著高于Ovsynch-56 处理，P-G-P-G处理对母牛血清LH水平影响较大。E_2 可刺激卵泡生长并控制发情周期。E_2 的分泌和卵巢中卵泡的生长都遵循周期性规律，在发情周期中卵泡发育的早期阶段，血液中E_2 浓度较低[14]。Sharawy等[15]通过放射免疫测定法发现E_2 在奶牛的发情周期中出现 2 个峰值，在发情前出现第 1 个峰值，在发情周期的第 6~8 天出现第 2 个峰值。徐直等[16]用放射免疫测定法测定黑白花奶牛体内激素，发现E_2 在整个周期内的含量都较低，直到发情后 12 h左右达最高值之后下降，到第 5 天和第 9 天时再次升高，呈现 2 个较高值。本研究中E_2 水平在注射GnRH后第 2 天有显著差异。总体来说，E_2 水平降低主要是由于黄体形成后孕激素的上升以及对下丘脑−垂体−卵巢轴的负反馈抑制作用所致。这种机制是母牛发情周期中一个正常的生理过程，通过这种方式，确保在合适的时机内控制卵泡的发育和排卵，为母牛生殖活动提供调节。

3.2 不同同期方案对不同品种母牛繁殖性能的影响　　同期发情处理可以提高母牛的发情和排卵率，然而，不同品种的母牛对同期发情处理后的发情率和受胎率存在差异。Martins等[17]研究表明，发情鉴定后进行TAI可以提高母牛受胎率，注射$PGF_{2\alpha}$时母牛会批次大量出现发情，从而方便观察及配种。Motta等[18]研究表明同期发情时注射$PGF_{2\alpha}$可诱导发情，使多头奶牛在 2~5 d后发情。杨伟刚等[19]研究表明，通过Presynch-Ovsynch和Ovsynch 2 种方案处理西门塔尔牛发情率分别为 85.11%和 76.79%，受胎率则为 62.50%和 58.14%，差异均不显著。

本研究中，P-G-P-G处理后西门塔尔牛的发情率（88.16%）显著高于Ovsynch-56 处理（75.36%）。岳成广等[20]通过利用安格斯通过G-P-G（85.00%）和CIDR+$PGF_{2\alpha}$+GnRH法（90.56%）均获得较高的同期发情率，但差异不显著。本研究中通过P-G-P-G和G-P-G两种方案利用安格斯母牛进行同期发情，发情率分别为 82.76%和 75.00%，安格斯母牛之所以有较高的发情率，既得益于其优良的遗传特性，也与合理的饲养管理和适宜的环境条件密不可分。

武志红等[21]利用西门塔尔牛和安格斯牛成母牛采用G-P-P-G和G-P-G同期发情处理，采用同一同期发情方案时，安格斯牛的同期受胎率为 64.07%，明显高于西门塔尔牛的同期受胎率 32.91%，安格斯牛采用G-P-P-G处理受胎率为 64.07%，G-P-G受胎率为 31.42%，结果说明，采用成母牛G-P-P-G同期发情法的繁殖效果好于采用G-P-G同期发情法。本研究通过P-G-P-G同期方案对西门塔尔母牛和安格斯母牛进行同期发情，发情率为 88.16%和 82.76%，受胎率为 71.05%和 65.52%，通过G-P-G同期方案对西门塔尔母牛和安格斯母牛进行同期发情，发情率为 75.36%和 75%，受胎率为 62.32%和 66.67%，均高于武志红等[21]研究结果，这可能与西门塔尔和安格斯母牛通过P-G-P-G处理时，2 次PGF2α注射间隔 8 d，且在这时间段母牛陆续出现发情便于鉴定发情后进行人工输精（AIED），因此获得了较高的发情率和受胎率。

$PGF_{2\alpha}$具有溶解黄体的作用[22]。控制发情主要是通过调节母畜血液中不同生殖激素水平，达到母畜发情的目的，这对卵泡的生长和排卵都有影响[23]。吐逊·吾守尔等[24]通过 0-7-9、$PGF_{2\alpha}$+GnRH和$PGF_{2\alpha}$法对西门塔尔牛进行同期处理，发情率分别为 89.6%、76.9%和 71.5%，与本研究结果差异不大。本研究中通过P-G-P-G处理与Ovsynch-56 处理母牛，发情率分别为 85.43%和 78.26%，情期受胎率分别为 68.87%和 62.32%。尽管P-G-P-G处理母牛整体发情率和受胎率与Ovsynch-56 处理无显著差异，但发情率及受胎率都有提升。

4 结　论

在本研究中，采用P-G-P-G处理可提高母牛GnRH和LH激素水平，Ovsynch-56 可提高E_2激素水平。相比而言，西门塔尔牛进行P-G-P-G处理相对较好，海福特和安格斯母牛进行P-G-P-G处理后发情率都有上升趋势且海福特母牛受胎率有所提升，但没有显著差异。尽管P-G-P-G和Ovsynch-56 处理整体上对母牛发情率和受胎率无显著差异，但P-G-P-G处理对母牛发情率和受胎率都有提高。

参考文献：

[1]吴玉江, 索朗达, 巴贵, 等. 家畜定时输精技术的研究进展[J]. 中国畜牧杂志, 2021, 57(3): 13-17.

[2]Rodrigues Wb, Silva As, Silva Jcb, *et al*. Timed artificial insemination plus heat II: gonadorelin injection in cows with low estrus expression scores increased pregnancy in progesterone/estradiol-based protocol[J]. Animal, 2019, 13(10): 2313-2318.

[3]Rodgers Jc, Bird Sl, Larson Je, *et al*. An economic evaluation of estrous synchronization and timed artificial insemination in suckled beef cows[J]. Anim Sci, 2012, 90(11): 4055-62.

[4]Hölper M, Bretzinger L, Randi F, *et al*. Effect of dose and frequency of prostaglandin F2α treatments during a 7-day Ovsynch protocol with an intravaginal progesterone releasing device on luteal regression and pregnancy outcomes in lactating Holstein cows[J]. Dairy Sci, 2023, 106(1): 755-768.

[5]Whittier Wd, Currin Jf, Schramm H, *et al*. Fertility in Angus cross beef cows following 5-day CO-Synch+CIDR or 7-day CO-Synch+CIDR estrus synchronization and timed artificial insemination[J]. Theriogenology, 2013, 80(9): 963-969.

[6]祝晓丽. 母水牛不同生理时期生殖激素变化规律的初步研究[D]. 南宁: 广西大学, 2012.

[7]Silva mav, Santos Cs, França Ig, *et al*. Hormonal strategy to reduce suckled beef cow handling for timed artificial insemination with sex-sorted semen[J]. Theriogenology, 2018, 114: 159-164.

[8]Sá Filho Mf, Ayres H, Ferreira Rm, *et al*. Equine chorionic gonadotropin and gonadotropin-releasing hormone enhance fertility in a norgestomet-based, timed artificial insemination protocol in suckled Nelore (Bos indicus) cows[J]. Theriogenology, 2010, 73(5): 651-658.

[9]文信旺, 贾银海, 潘锐, 等. 广西西门塔尔肉牛超数排卵效果观察[J]. 中国牛业科学, 2021, 47(2): 13-16.

[10]胡婷婷, 王翌翀, 余斯炅, 等. 超微粉催情散提高产后奶牛发情受胎效果的研究[J]. 中国畜牧杂志, 2022, 58(10): 315-318.

[11]于洋, 房晓欢, 李俊杰, 等. 肉牛定时输精技术原理及其应用研究进展[J]. 畜牧与兽医, 2022, 54(4): 130-135.

[12]Hölper M, Bretzinger L, Randi f, *et al*. Effect of dose and frequency of prostaglandin F2α treatments during a 7-day Ovsynch protocol with an intravaginal progesterone releasing device on luteal regression and pregnancy outcomes in lactating Holstein cows[J]. Dairy Sci, 2023, 106(1): 755-768.

[13]Szymanska M, Morawska-Pucinska E, Krawczynski K, *et al*. Effect of oestrus synchronization with PGF2α/eCG/hCG on luteal P4 synthesis in early pregnant gilts[J]. Reprod Domest Anim, 2014, 49(6): 1034-1042.

[14]梁淦, 钟华配, 韦科龙, 等. 母牛体内生殖激素变化规律的研究进展[J]. 中国牛业科学, 2022, 48(6): 76-79.

[15]Sharawy H, Hegab A, Elmetwally M. Impact of the corpus luteum and follicular parameters on the levels of plasma progesterone and the prediction of pregnancy in Holstein dairy cows[J]. Reprod Domest Anim, 2023, 58(11): 1525-1531.

[16]徐直, 蒋振国, 徐一树, 等. 黑白花奶牛发情周期血液中各种生殖激素含量及其变化[J].天津农业科学, 1998(S1): 3-6.

[17]Martins J, Acevedo M, Cunha T, *et al*. The effect of presynchronization with prostaglandin F2α and gonadotropin-releasing hormone simultaneously, 7 d before Ovsynch, compared with Presynch-10/Ovsynch on luteal function and first-service pregnancies per artificial insemination[J]. Dairy Sci, 2017, 100(6): 5107-5116.

[18]Motta I, Rocha C, Bisinotto D, *et al*. Effects of estradiol treatments on PGF2α release in beef heifers submitted to estrous resynchronization 14 days after timed-AI[J]. Domest Anim Endocrinol, 2021, 76: 106625.

[19]杨伟刚, 王建军, 张金学. 西门塔尔牛定时人工输精技术研究[J]. 现代畜牧科技, 2024, (3): 35-38.

[20]岳成广, 蒋守箐, 王杰, 等. 不同处理方案对安格斯牛同期发情效果的影响[J]. 中国草食动物科学, 2022, 42(2): 81-84.

[21]武志红, 黄春华, 呼格吉勒图, 等. 比较 2 种不同的同期发情方案在肉牛繁殖中的应用效果[J]. 当代畜禽养殖业, 2021(4): 27-29.

[22]Niringiyumukiza J, Cai H, Xiang W. Prostaglandin E_2 involvement in mammalian female fertility: ovulation, fertilization, embryo development and early implantation[J]. Reprod Biol Endocrinol, 2018, 16(1): 43.

[23]张忠诚, 梁冠生, 杨利国. 家畜繁殖学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002.

[24]吐逊·吾守尔, 王峰, 闫香国. 同期发情处理对西门塔尔母牛发情率、受胎率和分娩率的影响[J]. 黑龙江动物繁殖, 2023, 31(3): 31-33.

（责任编辑：周会会）