

Animal Reproduction

# 动物繁殖学



黄国清 / 主编



## 前 言

《动物繁殖学》是动物科学本科专业的专业基础课,是在学习《畜禽解剖生理》、《动物生物化学》、《动物微生物学》和《生物统计附试验设计》等课程基础上开设的一门综合性、实践性很强的课程。本书从养殖企业繁殖岗位的职业能力分析入手,以应用能力培养为重点,打破学科体系,将动物繁殖原理与动物繁殖技术有机融合,突出理论知识的应用和实践能力的培养,强化学生对综合解决问题能力和职业能力的全面提升,充分体现“以职业为先、岗位为重、素质为本”的现代教育理念。通过本课程的学习,学生掌握动物繁殖的基本知识和基本技能,为后续学习专业课程打下较坚实的基础,同时培养学生创新能力和实践能力。

本书在内容编排上,紧紧抓住“繁殖技术及其应用”这条主线,以工作过程为导向,以动物繁殖过程为依据,按照“项目—任务”的结构,构建课程体系,设有8个项目(生殖激素功能与应用、采精与精液品质检查、精液的稀释与保存技术、发情与发情鉴定技术、输精与受精、妊娠与妊娠诊断技术、分娩与助产技术和繁殖管理)和30个学习任务。每个项目在岗位群分析的基础上,提出了知识目标和技能目标。项目后设有自测训练,每个任务在讲授知识的基础上,设有若干个专业技能实训操作,内容贴近生产,有利于知识的掌握和技能的训练,使理论内容实践化,实践内容实训化,突出专业技能培养,充分体现了专业性、应用性和先进性的原则。

本书按照“以岗位能力培养为核心、以项目任务为载体”的要求,运用“教、学、做”一体化的体例进行编排,有利于“理实一体化”教学的全面实施。每个项目设有若干个学习任务,每个学习任务理论学习与实训操作相结合,让学生边学习边操作,边理解边记忆。

本书由江西农业大学黄国清主编,负责全书编写提纲设计和统稿,同时编写了项目 2 至项目 8;南京农业大学茆达干、江西农业大学舒邓群、西北农林科技大学江中良和辽宁农业职业技术学院田长永参加编写了项目 1。

本书是针对动物科学应用型本科专业开发的,在编写体例、结构和内容选取等方面作了大胆的改革尝试,突出培养学生应用能力。但由于本书涉及的内容较广,在整合和优化过程中,限于编者的能力和水平,书中若有不妥甚至错误之处,请同行专家批评指正。

编 者

2017 年 9 月

# 目 录

项目 1	生殖激素功能和应用	( 001)
任务 1-1	生殖激素的分类与作用特点	( 001)
一、	生殖激素的概念	( 002)
二、	生殖激素的作用特点	( 002)
三、	生殖激素的分类	( 003)
任务 1-2	生殖激素的功能与应用	( 004)
一、	下丘脑分泌的激素	( 004)
二、	垂体促性腺激素	( 008)
三、	胎盘促性腺激素	( 010)
四、	性腺激素	( 013)
五、	其它激素	( 018)
拓展知识	生殖激素的测定	( 020)
实训操作		( 022)
实训 1-1	促排 3 号和催产素提高母畜的繁殖力	( 022)
实训 1-2	PMSG 的制备与 PMSG 及 FSH 效价测定	( 024)

自测训练	( 028)
<b>项目 2 采精与精液品质检查</b>	<b>( 030)</b>
任务 2 - 1 雄性动物性机能发育与性行为	( 030)
一、雄性动物的初情期、性成熟和适配年龄	( 030)
二、雄性动物性行为	( 031)
实训 2 - 1 雄性动物生殖器官解剖构造的观察	( 032)
任务 2 - 2 精子的发生与形态结构	( 039)
一、精子的发生	( 039)
二、精子在附睾内的转运、成熟和贮存	( 041)
三、精子的形态结构	( 041)
实训 2 - 2 睾丸的组织学切片观察	( 043)
任务 2 - 3 精液的组成与生理特性	( 046)
一、精液的组成	( 046)
二、精清的主要化学成分	( 047)
三、精子的代谢和运动	( 048)
任务 2 - 4 采精技术	( 051)
一、采精前的准备	( 052)
二、采精操作	( 055)
三、采精频率	( 058)
实训 2 - 3 假阴道的认识与安装	( 058)
实训 2 - 4 公猪采精技术	( 062)
任务 2 - 5 精液品质检查	( 064)
一、精液品质检查的目的和原则	( 064)
二、精液的外观检查	( 065)
三、显微镜检查	( 066)
实训 2 - 5 精液品质检查及评定	( 071)

自测训练	( 077)
<b>项目 3 精液的稀释与保存技术</b>	<b>( 079)</b>
任务 3 - 1 精液的稀释	( 079)
一、精液稀释液的主要成分和作用	( 080)
二、稀释液的基本要求	( 081)
三、稀释液的分类	( 081)
四、稀释液的配制原则及注意事项	( 081)
五、精液的稀释方法	( 082)
六、精液稀释倍数的确定	( 082)
实训 3 - 1 稀释液的配制与精液的稀释	( 083)
任务 3 - 2 精液保存	( 086)
一、常温保存	( 086)
二、低温保存	( 087)
三、冷冻保存	( 089)
实训 3 - 2 牛颗粒冻精的制作、保存和解冻	( 094)
自测训练	( 098)
<b>项目 4 发情与发情鉴定技术</b>	<b>( 099)</b>
任务 4 - 1 雌性动物性机能发育	( 099)
一、初情期	( 100)
二、性成熟	( 100)
三、体成熟	( 100)
四、适配年龄	( 101)
五、繁殖能力停止期	( 101)
实训 4 - 1 雌性动物生殖器官解剖构造的观察	( 102)
任务 4 - 2 卵子发生与卵泡发育	( 108)

一、卵泡发育	( 108)
二、卵子发生和形态结构	( 110)
三、排卵和黄体形成	( 112)
实训 4-2 卵巢的组织学切片观察	( 114)
任务 4-3 发情与发情周期	( 117)
一、发情	( 117)
二、发情周期	( 118)
三、异常发情	( 120)
四、产后发情	( 121)
任务 4-4 发情鉴定技术	( 122)
一、发情鉴定的目的	( 122)
二、发情鉴定常用方法	( 122)
三、常见动物的发情鉴定	( 124)
实训 4-3 牛的直肠检查	( 128)
任务 4-5 发情控制技术	( 129)
一、诱发发情	( 129)
二、同期发情	( 131)
三、超数排卵	( 135)
拓展知识	( 137)
一、生殖激素对发情周期的调节	( 137)
二、卵泡发生波	( 138)
三、乏情	( 139)
实训 4-4 同期发情技术	( 140)
自测训练	( 144)
<b>项目 5 输精与受精</b>	<b>( 145)</b>
任务 5-1 输精前的准备和输精的基本要求	( 146)

一、输精前的准备	( 146)
二、输精的基本要求	( 147)
任务 5 - 2 各种动物的输精方法	( 150)
一、母牛的输精	( 150)
二、母猪的输精	( 150)
三、母羊的输精	( 151)
四、母马( 驴) 的输精	( 151)
五、母鸡的输精	( 152)
六、母兔的输精	( 152)
实训 5 - 1 各种家畜的输精技术	( 153)
任务 5 - 3 受精	( 156)
一、动物射精类型	( 156)
二、精子的运行和维持受精能力的时间	( 156)
三、卵子在输卵管中的运行	( 158)
四、精子和卵子受精前的变化	( 159)
五、受精过程	( 160)
六、异常受精	( 163)
七、胚胎的早期发育	( 164)
任务 5 - 4 胚胎移植技术	( 166)
一、胚胎移植的概念	( 166)
二、胚胎移植的意义	( 166)
三、胚胎移植的生理学基础	( 168)
四、胚胎移植的基本原则	( 168)
五、胚胎移植的操作程序	( 170)
实训 5 - 2 羊的胚胎移植手术法	( 178)
任务 5 - 5 配子与胚胎生物工程技术	( 181)
一、体外受精	( 181)
二、动物克隆	( 185)
三、性别控制与性别鉴定	( 192)

四、胚胎嵌合	( 196)
五、转基因动物	( 199)
自测训练	( 206)
<b>项目 6 妊娠与妊娠诊断技术</b>	<b>( 207)</b>
任务 6-1 胚胎附植	( 207)
一、妊娠的识别与建立	( 207)
二、胚胎附植	( 208)
三、各种家畜的妊娠期及预产期的推算	( 208)
任务 6-2 胎膜和胎盘	( 209)
一、胎膜	( 209)
二、胎盘	( 212)
任务 6-3 妊娠母畜的生理变化	( 215)
一、全身的变化	( 215)
二、卵巢的变化	( 215)
三、子宫的变化	( 216)
四、阴道的变化	( 216)
任务 6-4 妊娠诊断技术	( 217)
一、妊娠诊断的意义	( 217)
二、妊娠诊断的方法	( 217)
实训 6-1 母畜的妊娠诊断	( 225)
自测训练	( 230)
<b>项目 7 分娩与助产技术</b>	<b>( 231)</b>
任务 7-1 分娩预兆与分娩过程	( 231)

一、分娩预兆	( 231)
二、分娩过程	( 232)
实训 7 - 1 母牛分娩接产与初生犊牛的护理	( 235)
任务 7 - 2 决定分娩的因素	( 238)
一、产力	( 238)
二、产道	( 239)
三、胎儿	( 240)
四、胎势	( 241)
五、前置	( 242)
任务 7 - 3 分娩助产技术	( 243)
一、助产前的准备	( 243)
二、正常分娩的助产	( 243)
三、难产及其助产	( 245)
四、产后期母畜及新生仔畜的护理	( 247)
实训 7 - 2 母畜的难产助产技术	( 250)
任务 7 - 4 诱发分娩技术	( 252)
一、诱发分娩的意义	( 252)
二、诱发分娩的机理	( 253)
三、诱发分娩的方法	( 253)
拓展知识 分娩发动的机理	( 254)
自测训练	( 258)
<b>项目 8 动物繁殖管理</b>	<b>( 259)</b>
任务 8 - 1 动物繁殖力及其评价	( 259)
一、繁殖力的概念	( 259)
二、评定繁殖力的主要指标	( 260)

三、动物正常的繁殖力	( 262)
四、影响繁殖力的因素	( 263)
实训 8 - 1 猪场母猪繁殖力统计计算	( 264)
任务 8 - 2 动物的繁殖障碍	( 265)
一、雄性动物的繁殖障碍	( 265)
二、雌性动物的繁殖障碍	( 266)
实训 8 - 2 母牛不孕症的诊治	( 271)
任务 8 - 3 提高繁殖率的措施	( 274)
一、加强选种	( 274)
二、保证优良品质的精液	( 274)
三、做好发情鉴定,适时配种或输精	( 274)
四、减少胚胎死亡和流产	( 275)
五、推广繁殖新技术	( 275)
六、消除动物的繁殖障碍	( 275)
七、做好繁殖组织和管理工作	( 275)
实训 8 - 3 猪场或牛场繁殖管理调查	( 276)
自测训练	( 278)
附录	( 279)
附录一 《动物繁殖学》课程指导大纲	( 279)
附录二 相关网站	( 294)
主要参考文献	( 295)

# 项目 1 生殖激素功能和应用

## 【知识目标】

1. 掌握生殖激素的概念;
2. 掌握生殖激素的种类与作用特点;
3. 掌握各种生殖激素的主要功能;
4. 掌握生殖激素;
5. 了解生殖激素的性质及来源。

## 【能力目标】

1. 掌握生殖激素的使用方法及使用时的注意事项。
2. 生产中能正确使用生殖激素来调控动物的繁殖过程。

## 【学习任务】

### 任务 1 - 1 生殖激素的分类与作用特点

生殖是动物最基本的生理活动之一,生殖过程不仅受神经支配,更重要的是还受生殖激素的调控。机体的生殖激素多种多样,各自有着不同的生理功能,且它们又相互配合、相互协调,以维持其正常的生殖活动。

## 一、生殖激素的概念

### 1. 激素

激素是由动物机体产生,经体液循环或空气传播等方式作用于靶器官或靶细胞,具有调节机体生理机能的一系列微量生物活性物质。

### 2. 生殖激素

在哺乳动物中,几乎所有激素都与生殖机能有关。有的是直接影响某些生殖环节的生理活动;有的则是维持全身的生长、发育及代谢,间接保证生殖机能的顺利进行。那些直接作用于生殖活动,并以调节生殖过程(如动物的性器官、性细胞、性行为、发情、排卵、妊娠和分娩等)为主要生理功能的激素称为生殖激素。由于生殖激素是由动物内分泌腺体(无管腺)产生,故又称为生殖内分泌激素。

### 3. 次发性生殖激素

那些对生殖活动有间接作用的激素,即通过维持整体正常生理状态而间接地保证生殖活动正常进行的激素,如生长素、促甲状腺素、促肾上腺皮质激素、加压素,还有甲状腺素、皮质激素、胰岛素,这些激素都是通过影响机体代谢而间接影响生殖活动。

随着现代畜牧业的迅速发展,利用外源性生殖激素来控制家畜繁殖过程的技术,如发情控制、超数排卵、胚胎移植、诱发分娩、性成熟控制等,已显示出很大的应用价值。近年来,国内外除已提纯若干自然的生殖激素外,同时还人工合成出许多这类激素制剂及其类似物。

## 二、生殖激素的作用特点

### 1. 生殖激素的作用具有一定的选择性

各种生殖激素均有其一定的靶组织(或器官),必须与靶器官中的特异性受体(内分泌激素)或感受器(外激素)结合后才能产生生物学效应。促性腺激素作用于性腺(卵巢和睾丸);雌激素可作用于雌性生殖道、乳腺管道;孕激素则作用于乳腺泡;睾酮可作用于雄性第二性征(鸡冠、马鬃等)。

### 2. 具有高效能的生物活性

少量或极微量的生殖激素就可引起很大生理变化,如将 $1\text{pg}$ 的雌激素,直接作用到阴道黏膜或或子宫内膜上,就会引起阴道或子宫出现明显的收缩。

### 3. 生殖激素的作用具有持续性和积累性

生殖激素在血液中受分解酶的作用,其活性丧失很快,但其作用具有持续性和积累性。如黄体酮,经注射到家畜体内,在 $10\sim 20\text{min}$ 内就有 $90\%$ 从血液中消失,但其作用要在若干

小时或若干天内才能显示出来。

半衰期: 生殖激素的生物活性在体内消失 1/2 时所需的时间 称为半衰期、半寿期或半存留期。

#### 4. 生殖激素有协同和抗衡作用

(1) 协同作用。母畜在排卵时促卵泡素和促黄体素两者具有协同作用。

(2) 抗衡作用(也称颉颃作用)。雌激素能增强子宫兴奋性,而孕激素则抵消这种兴奋作用,使子宫处于安静状态。

妊娠母畜体内常常同时存在着黄体酮和雌激素,这种平衡能使子宫保持稳定的生理状态。如减少黄体酮含量(摘除黄体)或增加雌激素含量(注射雌激素),都可以引起妊娠母畜流产。

### 三、生殖激素的分类

#### 1. 根据来源和功能不同,生殖激素大致分为 4 类

(1) 来自下丘脑的释放激素,可控制垂体合成与释放有关的激素。

(2) 来自垂体前叶的促性腺激素,能刺激性腺产生类固醇激素,并能促进配子的成熟与释放。

(3) 来自性腺(即睾丸和卵巢)的性腺激素,对两性行为以及生殖周期的调节均起着重要的作用。

除此之外,与生殖有直接关系的生殖激素还有来自胎盘的一些激素来自垂体后叶的催产素和近年来被人们认作生殖激素的前列腺素等。

#### 2. 根据其化学性质分为 3 类

(1) 含氮激素。包括蛋白质、多肽、氨基酸衍生物和胺类等,垂体分泌的所有生殖激素和脑分泌的大部分生殖激素都属此类。此外,胎盘和性腺以及生殖器官外的其他组织器官也可分泌蛋白质类和多肽类激素。

(2) 类固醇类。主要由性腺和肾上腺分泌,对动物性行为的产生和生殖激素的分泌有直接或间接作用。

(3) 脂肪酸类。主要由子宫、前列腺、精囊腺(前列腺素)和某些外分泌腺体(外激素)所分泌。

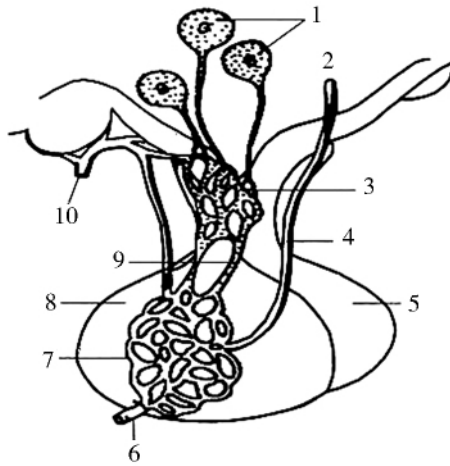
## 任务 1-2 生殖激素的功能与应用

动物的生殖活动是一个复杂的过程,所有生殖活动都与生殖激素的功能和作用有着密切的关系。随着生殖科学的迅速发展,人类利用生殖激素控制动物繁殖过程、消除繁殖障碍,这将进一步促进繁殖潜力开发,促进规模化养殖,加快品种改良,提高畜牧业生产水平。

### 一、下丘脑分泌的激素

#### (一) 下丘脑与垂体的关系

下丘脑至垂体并没有直接的神经支配,而是通过来自垂体上动脉的长门脉系统和来自垂体下动脉的短门脉系统将信息传递给垂体。下丘脑分泌的促性腺激素释放激素(GnRH)进入血液后,经垂体门脉系统作用于垂体前叶,促进垂体促黄体素(LH)和促卵泡素(FSH)的分泌和释放。GnRH可以促进垂体分泌LH和FSH,提供外源激素后数分钟,血液中LH和FSH水平便开始升高。相对而言,GnRH对LH分泌的促进作用比对FSH分泌的促进作用更迅速。LH和FSH对GnRH的分泌具有反馈性抑制作用(图1-1)。



1. 下丘脑神经细胞 2. 下丘脑 3. 毛细血管丛 4. 回流到下丘脑的静脉 5. 垂体后叶  
6. 静脉(通海绵窦) 7. 毛细血管丛 8. 垂体前叶 9. 垂体门脉血管 10. 垂体上动脉

图1-1 垂体与下丘脑关系示意图(引自张周《家畜繁殖》中国农业出版社,2001)

#### (二) 下丘脑分泌的激素

目前人们已确定下丘脑可分泌促性腺激素释放激素、催产素、生长素释放激素、生长素抑制激素、促乳素释放因子、促乳素抑制因子和促甲状腺素释放激素等10多种释放或抑制激素。以调节动物繁殖功能为主要功能的激素有促性腺激素释放激素和催产素(表1-1)。

表 1-1 下丘脑合成的激素及其主要生理作用

分类	激素名称	简写	化学本质	合成部位	主要生理作用
释放激素 (因子)	促性腺激素释放激素	GnRH	10 肽	弓状核等	促进 FSH 和 LH 的分泌和释放
	促乳素释放因子	PRF	多肽		促进 PRL 的分泌与释放
	生长激素释放激素	GHRH	44 肽		促进 GH 的分泌与释放
	促甲状腺素释放激素	TRH	3 肽	正中隆起	促进促甲状腺素(TSH)和 PRL 的分泌与释放
	促肾上腺皮质激素释放激素	CRH	41 肽	室旁核等	促进促肾上腺皮质激素(ACTH)的分泌与释放
	促黑素细胞素释放激素	MRH	5 肽		促进促黑素细胞素(MSH)的分泌与释放
抑制激素 (因子)	促性腺激素抑制激素	GnIH	12 肽	背内侧核	抑制促性腺激素的合成与分泌,促进禽类摄食
	生长抑制激素	SS	14 肽	视前区、室周核等	抑制 GH 和 PRL 的释放
	促乳素抑制因子	PIF	多肽或胺类		抑制 PRL 释放
	促黑素细胞素抑制激素	MIH	3 肽	可能是 OXT 的降解产物	抑制 MSH 释放
其他	催产素	OXT	9 肽	视上核 室旁核	促进子宫收缩、乳汁排出
	抗利尿激素	ADH	9 肽	视上核 室旁核	减少尿量,升高血压

### (三) 促性腺激素释放激素(GnRH)

促性腺激素释放激素又名促黄体素释放激素,由分布于下丘脑内侧视前区、下丘脑前部、弓状核、视交叉上核的神经内分泌小细胞分泌,能促进垂体前叶分泌 LH 和 FSH。

#### 1. 化学结构

所有哺乳动物下丘脑分泌的 GnRH 均为十肽,并具有相同的分子结构和生物学效应。禽类、两栖类和鱼类的分子结构与哺乳类略有差异。

#### 2. GnRH 分泌的调节

GnRH 分泌的激素调节包括 3 种反馈机制。性腺类固醇通过体液途径作用于下丘脑,调节 GnRH 的分泌,称为长反馈调节;垂体促性腺激素通过体液途径对下丘脑 GnRH 分泌的调节称为短反馈调节;血液中 GnRH 浓度对下丘脑的分泌活动也有自身引发效应,称为超短反馈调节。

#### 3. GnRH 的主要生理功能

GnRH 的主要生理功能是促进垂体前叶促黄体素和促卵泡素的合成和释放,其中以促

黄体素的释放为主。GnRH 对雄性动物有促进精子产生和增强性欲的作用,对雌性动物有诱发发情、排卵、提高配种受胎率的功能。

#### 4. GnRH 的临床应用

临床上常用于治疗雄性动物性欲减弱、精液品质下降、雌性动物卵泡囊肿和排卵异常等症。目前,人工合成的 GnRH 类似物已广泛应用于畜牧生产和兽医临床以提高家畜的繁殖力,其中以促排 3 号的活性最高(图 1-2)。



图 1-2 GnRH 类似物

(1) 诱发发情。母畜产后因受季节、营养、泌乳、疾病的影响,卵巢活动受到抑制,表现为乏情。对母牛肌肉注射 50 ~ 100  $\mu\text{g}$  促排 3 号,可诱导产后发情。

(2) 超数排卵。羊超数排卵时,于第一次配种后注射促排 3 号 15 ~ 20  $\mu\text{g}$ ,可以促进排卵,增加可用胚胎数。

(3) 提高情期受胎率。母猪配种前 2h 或配种后 10d 内注射 GnRH 类似物 100 ~ 200  $\mu\text{g}$ ,可提高情期受胎率 20% ~ 30%,甚至可增加平均窝产活仔数 2 ~ 3 只。

(4) 治疗雌性繁殖障碍。应用 GnRH 类似物 LRH - A<sub>1</sub>(促排 1 号)治疗牛卵巢静止和卵泡囊肿,剂量分别为 200 ~ 400  $\mu\text{g}$  和 400 ~ 600  $\mu\text{g}$ 。

(5) 治疗雄性不育。GnRH 能刺激公畜垂体细胞分泌间质细胞刺激素( ICSH ),促进睾丸发育、雄激素分泌和精子成熟,因此可用于治疗雄性动物性欲减弱、精液品质下降等。

(6) 公畜去势。应用 GnRH 免疫动物,可诱导机体产生特异性抗体,中和内源 GnRH,使垂体接受 GnRH 的刺激减弱,从而使性腺发生退行性变化,达到去势目的。如用 GnRH 主动免疫公兔和公猪,间质细胞出现退行性变化,睾丸重量明显减轻,睾丸萎缩。

(7) 抱窝母鸡催醒。注射 GnRH 可使抱窝母鸡醒窝,恢复产卵。

(8) 诱导亲鱼产卵。在鱼类生产中,国内常用 GnRH 类似物促排卵 1 号( LRH - A<sub>1</sub>) 或促排卵 2 号( LRH - A<sub>2</sub>) 诱导亲鱼产卵,剂量一般为每千克体重 5 ~ 10  $\mu\text{g}$ 。

#### (四) 催产素(OXT)

##### 1. 来源与化学特性

哺乳动物的 OXT 属蛋白激素,由 9 个氨基酸组成,相对分子质量为 1100 道尔顿。主要