



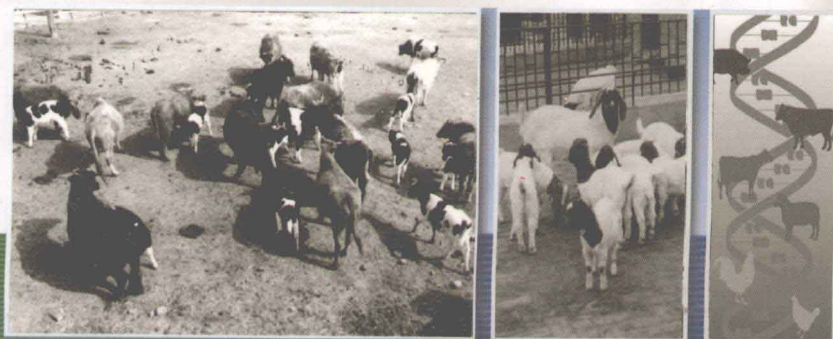
国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

现代农业高新技术成果丛书

动物高效繁殖理论与实践

Theory and Practice of Animal High-Efficiency Reproduction

桑润滋 等著



中国农业大学出版社
CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY PRESS

业高新技术成果丛书

动物高效繁殖理论与实践

Theory and Practice of Animal
High-Efficiency Reproduction

桑润滋 等著

中国农业大学出版社

• 北京 •

内 容 简 介

《动物高效繁殖理论与实践》一书是桑润滋教授和他的科研团队,依据承担国家和省(部)级多项科研课题取得的科研成果和发表的论文、著作,并结合多年的生产实践编著而成。全书共分5章26节。从生殖生理、繁殖控制、胚胎移植、配子与胚胎生物技术等方面进行了全面论述,并对国内、外动物繁殖领域研究的新进展进行了综述。本书既有生殖生理的研究和发现,又有实验方法的改进和探索,同时还有繁殖技术的完善和创新,反映了国内、外动物繁殖领域最新研究成果和进展,内容十分丰富。本书对从事生殖生物学、发育生物学、细胞生物学、动物胚胎学、动物繁殖学、兽医临床学(产科学)、低温生物学、实验动物学、动物繁殖生物技术以及辅助生殖等专业(领域)的师生和科研人员具有指导和参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

动物高效繁殖理论与实践/桑润滋等著. —北京:中国农业大学出版社,2011.5
ISBN 978-7-5655-0265-1

I. ①动… II. ①桑… III. ①动物-繁殖-研究 IV. ①S814

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 076615 号

书 名 动物高效繁殖理论与实践

作 者 桑润滋 等著

策划编辑 潘晓丽

封面设计 郑 川

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路2号

电 话 发行部 010-62731190,2620

编辑部 010-62732617,2618

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

经 销 新华书店

印 刷 涿州市星河印刷有限公司

版 次 2011年6月第1版 2011年6月第1次印刷

规 格 787×1092 16开本 34.25印张 848千字 彩插2

定 价 118.00元

责任编辑 潘晓丽 赵 欢

责任校对 陈 莹 王晓凤

邮政编码 100193

读者服务部 010-62732336

出版部 010-62733440

E-mail cbsszs @ cau.edu.cn

图书如有质量问题本社发行部负责调换

现代农业高新技术成果丛书

编审指导委员会

主 任 石元春

副主任 傅泽田 刘 艳

委 员 (按姓氏拼音排序)

高旺盛 李 宁 刘庆昌 束怀瑞

佟建明 汪懋华 吴常信 武维华

谨以此书献给伟大的
中国共产党 90 华诞！

献给我的母校——
河北农业大学 110 华诞！

桑润滋

2011 年 3 月

四十年的科学探索
四十年的生产实践
四十年的丰硕果实

桑润珩先生用自己的人生经历证明了，
一个科技工作者只要矢志不渝和刻苦努力，
是可以在科学探索、教书育人和服务社会等
诸多领域都取得丰硕成果的。

中国工程院院士
中国农业生物技术学
会动物生物技术分会
中国农业大学教授

理事长

李学

2011.1.16

辛勤耕耘桃李天下
刻苦攻关硕果累累
老骥伏枥志在千里
开拓进取再创辉煌

中国畜牧兽医学会动物繁殖学分会

理事长朱士恩

二〇二二年二月

出版说明

瞄准世界农业科技前沿,围绕我国农业发展需求,努力突破关键核心技术,提升我国农业科研实力,加快现代农业发展,是胡锦涛总书记在 2009 年五四青年节视察中国农业大学时向广大农业科技工作者提出的要求。党和国家一贯高度重视农业领域科技创新和基础理论研究,特别是 863 计划和 973 计划实施以来,农业科技投入大幅增长。国家科技支撑计划、863 计划和 973 计划等主体科技计划向农业领域倾斜,极大地促进了农业科技创新发展和现代农业科技进步。

中国农业大学出版社以 973 计划、863 计划和科技支撑计划中农业领域重大研究项目成果为主体,以服务我国农业产业提升的重大需求为目标,在“国家重大出版工程”项目基础上,筛选确定了农业生物技术、良种培育、丰产栽培、疫病防治、防灾减灾、农业资源利用和农业信息化等领域 50 个重大科技创新成果,作为“现代农业高新技术成果丛书”项目申报了 2009 年度国家出版基金项目,经国家出版基金管理委员会审批立项。

国家出版基金是我国继自然科学基金、哲学社会科学基金之后设立的第三大基金项目。国家出版基金由国家设立、国家主导,资助体现国家意志、传承中华文明、促进文化繁荣、提高文化软实力的国家级重大项目;受助项目应能够发挥示范引导作用,为国家、为当代、为子孙后代创造先进文化;受助项目应能够成为站在时代前沿、弘扬民族文化、体现国家水准、传之久远的国家级精品力作。

为确保“现代农业高新技术成果丛书”编写出版质量,在教育部、农业部和中国农业大学的指导和支持下,成立了以石元春院士为主任的编审指导委员会;出版社成立了以社长为组长的项目协调组并专门设立了项目运行管理办公室。

“现代农业高新技术成果丛书”始于“十一五”,跨入“十二五”,是中国农业大学出版社“十二五”开局的献礼之作,她的立项和出版标志着我社学术出版进入了一个新的高度,各项工作迈上了新的台阶。出版社将以此为新的起点,为我国现代农业的发展,为出版文化事业的繁荣做出新的更大贡献。

中国农业大学出版社

2010 年 12 月

序

动物繁殖学是畜牧科学的重要组成部分,是研究动物生殖规律和提高动物繁殖效率的一门学科,对动物数量的增长、质量的提高有重要的理论和实践意义。动物繁殖是加速品种改良的主要手段和保证畜牧业高速发展的重要条件。

动物繁殖在国内、外均属发展迅速且热门的学科。我国的动物繁殖学科建立于 20 世纪 60 年代,在广大从事动物繁殖科技和生产工作者的积极努力下,已取得了举世瞩目的成绩。

桑润滋教授 1967 年毕业于河北农业大学牧医系畜牧专业,毕业后在河北省御道口牧场从事畜牧生产和技术工作 14 年,以其丰富的实践经验,为从事动物繁殖教学、科研奠定了实践基础。1982 年在河北省国营芦台农场奶牛实验站,即后来的河北省奶牛胚胎移植技术研究中心从事奶牛胚胎移植研究工作 8 年,又为开展动物胚胎生物技术教学、科研奠定了科研基础。1990 年在河北农业大学和河北省牛羊胚胎工程技术研究中心,从事动物繁殖的教学、科研、推广工作至今。

桑润滋教授在 40 余年的工作中,始终从事动物(主要是牛、羊)繁殖的生产、教学、科研和推广工作,特别是 20 世纪 80 年代以来,以牛羊的繁殖调控和胚胎工程为主要研究方向,先后承担国家 863、科技攻关、科技支撑计划、农业部生物技术、河北省重大攻关和省自然科学基金等科研项目近 30 项,获省(部)级科技奖励 16 项(其中一等奖 4 项,二等奖 6 项,三等奖 6 项);发表论文 200 余篇;主编研究生教材(《动物繁殖生物技术》、《牛羊繁殖控制十大技术》)和著作 10 多部;培养研究生 26 人。

以他为学科带头人,河北农业大学动物遗传育种与繁殖学科,先后获得硕士和博士学位授予权,该学科被评为河北省重点学科,并建成了河北省重点实验室——河北省牛羊胚胎工程技术研究中心。他讲授的《动物繁殖学》被评为河北省精品课程。

桑润滋教授依据承担的国家和省(部)级科技攻关、科技支撑计划等多项科研成果和发表的论文、著作,结合本人多年生产实践,编著了《动物高效繁殖理论与实践》一书,从生殖生理、繁殖控制技术、胚胎移植技术、配子与胚胎生物技术几个方面进行了全面论述,并对国内、外动物繁殖领域研究的新进展进行了综述,既有生殖机理的研究和发现,又有实验方法的改进和创造,同时还有繁殖技术的完善和创新,反映了国内、外动物繁殖领域最新研究成果和进展,内容十分丰富。

此书是桑润滋教授 40 余年辛勤工作的结晶,体现了他脚踏实地、勇于进取的工作态度和团结协作、与时俱进的工作精神。桑润滋教授是我国动物繁殖学科造诣很深的专家之一,他对我国动物繁殖学科的发展做出了重要贡献。为此,曾被国务院授予全国劳动模范,被中国畜牧兽医学学会动物繁殖学分会授予建国 60 年功勋奖等多种荣誉称号。相信此书的出版一定会对我国动物繁殖学科的科研和教学以及畜牧生产水平的提高起到积极促进作用。

中 国 科 学 院 院 士
中国畜牧兽医学学会名誉理事长
中 国 农 业 大 学 教 授

桑润滋
2011.02

前言

动物繁殖学是畜牧科学的重要组成部分,是研究动物生殖规律和提高动物繁殖效率的一门学科,对动物数量的增长、质量的提高有重要的理论和实践指导意义。40多年来在从事动物繁殖的专家、教授及广大科技和生产工作者的积极努力下,我国动物繁殖取得了举世瞩目的成绩,但与发达国家相比仍存在一定差距。

本书以本人和科研团队“六五”至“十一五”期间承担国家和省(部)级科技攻关、科技支撑计划等科研课题的成果和发表的论文、著作为主,并结合本人生产实践撰写而成。

全书共分5章26节。

第1章:生殖生理研究。本章主要内容包括影响母牛乏情因素及机理研究、热应激对牛繁殖性能和泌乳性能的影响及机理研究、生殖激素诱导成年肉牛卵泡发育(二胎)效果及机理研究、影响家畜超排效果因素及机理研究等。

第2章:繁殖控制技术研究。本章主要通过同期发情、人工授精、诱导二胎、性别控制等繁殖控制技术的研究,探讨提高动物繁殖率。

第3章:胚胎移植技术。本章主要包括动物新鲜胚胎移植研究、奶牛胚胎移植黄牛研究、提高超数排卵和胚胎移植妊娠率研究等内容。

第4章:配子与胚胎生物技术研究。本章主要包括配子与胚胎冷冻保存、胚胎分割、体外受精、胚胎干细胞、细胞核移植(克隆)、诱导幼畜卵泡发育与体外胚胎生产效果研究等内容。

第5章:动物繁殖技术进展。本章主要对生殖生理、配子冷冻保存、性别控制技术、诱导卵泡发育(超数排卵)与体外(受精)胚胎生产技术、细胞核移植(克隆)技术、胚胎干细胞技术及我国家畜繁殖技术等国内、外动物繁殖研究进展进行了综述。

本书研究内容的时间跨度为1973—2010年,经过了长达30余年连续研究和积累。本书研究的动物品种涉及马、牛(奶牛、肉牛)、羊(肉用羊、毛用羊)、兔、小鼠,但主要以牛、羊为主。

本书的研究内容既有生殖规律和机理的探讨,又有繁殖控制技术和配子与胚胎生物技术研究方法、手段的改进、创新,同时还有国内、外动物繁殖技术新的研究进展。本书从研究深度看,由群体到个体再到细胞(配子和胚胎),也涉及分子水平。主要以动物细胞研究为主,研究逐渐深入,水平逐年提高。纵观整个研究工作,体现了脚踏实地、与时俱进的工作态度和不断进取、团结协作的工作精神。研究的单位涉及十几个,研究人员涉及近百人(作者均在每一节

的后面列出),包括高校和科研院所科研人员、研究生以及在基层工作的技术人员,因此本书是集体智慧的结晶。

本书共查阅国内外参考文献 900 余篇。为达到图文并茂的效果,全书有 100 多幅插图(照片)。

本书能及时与广大读者见面,是与广大科研团队成员辛勤工作、奋力拼搏分不开的。感谢付士昌、杨国欣、贾庆瑞、郑新生、李建国、孙少华、贾青、李运起、田树军、李铁栓、金东航、孙树春等课题组成员,感谢张志胜、王志刚、韩建永、李俊杰、卫恒习等 26 位研究生。

感谢河北农业大学、河北省科技厅、教育厅、畜牧局、原农垦局、科技部、农业部等多年的大力支持;感谢河北省御道口牧场、芦台农场、河北省畜牧良种工作站、承德市畜牧研究所、北京奶牛中心、临西、临漳、隆化、丰宁、丰润、行唐等单位的支持与协作。

对中国科学院院士、中国畜牧兽医学会原理事长吴常信教授为本书作序表示诚挚的感谢!对李宁院士、朱士恩理事长为本书题词表示诚挚的感谢!

对为本书的出版给予大力支持的中国农业大学出版社和中国畜牧兽医学会动物繁殖学分会表示衷心的感谢!

对在本书编排过程中给予帮助的孙树春、陈红伟老师,李瑞岐、张艳普、刘志涛、温兵强等研究生表示感谢!对我的家人给予的支持表示感谢!

愿本书的问世能为我国动物繁殖学科及相关学科的教学、科研起到促进作用,对我国动物繁殖力的提高起到有益作用。

由于本人学术水平和知识面所限,书中难免存在不妥之处,恳请读者批评指正。

桑润滋
2011 年 3 月

目 录

第 1 章 生殖生理研究	1
1.1 影响母牛乏情因素及机理研究	4
1.1.1 概述	4
1.1.2 营养和低温对母牛乏情的影响及其机制	6
1.1.3 犊牛早期断奶对母牛产后乏情的影响与机理研究	10
1.1.4 塑膜暖棚和补饲提高北方冬季母牛发情率及机理	12
1.1.5 小结	16
1.2 热应激对牛繁殖性能和泌乳的影响与机理	16
1.2.1 概述	16
1.2.2 热应激对奶牛生理常值、血液生化指标、繁殖及泌乳性能的影响	18
1.2.3 热应激对荷斯坦种公牛精液品质的影响及机理	22
1.2.4 不同季节肉用种公牛精液品质与生理常值、血清及 精清生化指标相关关系研究	27
1.2.5 小结	36
1.3 生殖激素诱导成年牛卵泡发育(双胎)效果与机理研究	36
1.3.1 概述	36
1.3.2 抑制素主动免疫对母牛卵泡发育的影响	37
1.3.3 生殖激素诱导母牛双胎效果及机理研究	39
1.3.4 小结	43
1.4 影响动物超排效果因素及机理研究	44
1.4.1 概述	44
1.4.2 He - Ne 激光照射对牛超排效果的影响机理	45
1.4.3 抑制素(IB)主动免疫对牛超排效果的影响及机制	48
1.4.4 外源注射 LRH - A ₃ 和 P ₄ 对波尔山羊超排效果的影响及其机理研究	52
1.4.5 山羊超排过程中主要生殖激素变化规律的研究	56

1.4.6 绵羊与山羊超排差异性及其机理研究	59
1.4.7 小结	65
参考文献	66
第2章 繁殖控制技术研究	70
2.1 发情控制技术——同期发情技术	70
2.1.1 概述	70
2.1.2 国产氯前列烯醇诱导河北细毛羊同期发情试验	72
2.1.3 利用孕酮栓+PMSG+PG法诱导羊同期发情的试验研究	75
2.1.4 国产前列腺素类似物诱导荷斯坦青年母牛同期发情试验	78
2.1.5 孕酮阴道栓诱导奶牛同期发情效果的试验研究	80
2.1.6 小结	83
2.2 配种控制技术——人工授精技术	84
2.2.1 概述	84
2.2.2 提高群牧马繁殖成活率的主要措施	87
2.2.3 苏联美利奴、高加索、斯达夫细毛羊纯繁效果观察	90
2.2.4 提高细毛羊繁殖成活率的措施	94
2.2.5 国产LRH-A ₃ 提高细毛羊受胎率试验	96
2.2.6 细管冻精与颗粒冻精输配母牛受胎效果对比试验	97
2.2.7 应用促排卵3号、维生素E及亚硒酸钠提高母牛受胎率研究	99
2.2.8 应用B超检测奶牛黄体提高受胎率的研究	100
2.2.9 利用经济杂交提高河北细毛羊出栏羔羊生产性能的试验研究	101
2.2.10 西门塔尔牛级进杂交本地黄牛适宜代数的研究	104
2.2.11 肉牛杂交优势预测、评估及其应用研究	107
2.2.12 小结	114
2.3 产仔控制技术——诱导双胎技术	115
2.3.1 概述	115
2.3.2 应用胚胎工程诱导肉牛双胎技术的研究	118
2.3.3 应用猪精液抑制素主动免疫法诱导黄牛孪生研究	120
2.3.4 人工诱导肉牛双胎途径及效果研究	124
2.3.5 小结	127
2.4 性别控制技术——性控精液产母犊技术	127
2.4.1 X、Y精子分离与胚胎性别鉴定概述	127
2.4.2 性控精液对奶牛受胎率、母犊率及其后代生长发育的影响(一)	131
2.4.3 性控精液对奶牛受胎率、母犊率及其后代生长发育的影响(二)	135
2.4.4 X精液在奶牛诱导双胎中产双母犊试验	136
2.4.5 小结	138
参考文献	138

第 3 章 胚胎移植技术	141
3.1 牛羊新鲜胚胎移植技术	142
3.1.1 概述	142
3.1.2 奶牛(非手术)胚胎移植试验研究初报	146
3.1.3 南江黄羊胚胎移植试验	150
3.1.4 杜泊羊胚胎移植试验	151
3.1.5 美利奴超细毛羊胚胎移植试验	154
3.1.6 小结	156
3.2 奶牛胚胎移植黄牛受体技术	157
3.2.1 概述	157
3.2.2 黑白花奶牛胚胎移植黄牛试验	158
3.2.3 应用胚胎移植使黄牛繁殖奶牛的综合技术研究	160
3.2.4 小结	166
3.3 成年牛羊超数排卵技术	167
3.3.1 概述	167
3.3.2 注射国产 LRH 对提高奶牛超数排卵后胚胎质量的作用	172
3.3.3 激光穴位照射提高中国荷斯坦牛超排效果试验研究	175
3.3.4 影响波尔山羊超排效果因素的研究	176
3.3.5 波尔山羊超排后黄体的类别对超排、移植妊娠率及产羔效果的影响	181
3.3.6 EB+P ₄ +阴道栓对荷斯坦青年牛超数排卵效果的影响	184
3.3.7 绵羊离体卵巢上卵泡与黄体的 B 超影像差异性研究	188
3.3.8 用 B 超仪监测山羊卵巢上卵泡和黄体数量预测超排效果的研究	190
3.3.9 小结	192
3.4 提高家畜胚胎移植妊娠率研究	194
3.4.1 概述	194
3.4.2 影响牛胚胎移植妊娠率因素的探讨	199
3.4.3 提高波尔山羊胚胎移植妊娠率研究	201
3.4.4 同期发情不同处理方法对移植妊娠率及产羔率的影响	204
3.4.5 小结	206
参考文献	206
第 4 章 配子与胚胎生物技术研究	209
4.1 胚胎冷冻保存技术研究	210
4.1.1 概述	210
4.1.2 兔胚胎超低温两步法冷冻保存研究	212
4.1.3 奶牛胚胎冷冻保存移植研究	214
4.1.4 安格斯牛冻胚洲际间引种试验	217
4.1.5 肉牛冷冻胚胎洲际引种扩大试验	218

4.1.6	提高牛冷冻胚胎成活率和移植受胎率的研究	220
4.1.7	牛胚胎玻璃化冷冻保存研究	223
4.1.8	影响山羊胚胎冷冻效果因素的研究	225
4.1.9	小结	228
4.2	精子(液)与卵子(卵母细胞)冷冻保存技术研究	229
4.2.1	概述	229
4.2.2	Diludine 对夏洛来种公牛精液品质和生产性能的影响研究	231
4.2.3	离心处理对波尔山羊冻精品质的影响	234
4.2.4	单细胞凝胶电泳技术检测不同处理山羊精子 DNA 损伤研究	237
4.2.5	影响山羊卵母细胞 OPS 法冷冻效果因素的研究	241
4.2.6	冷冻方法和冷冻保护液对山羊卵母细胞发育的影响	244
4.2.7	小结	248
4.3	胚胎分割技术研究	249
4.3.1	概述	249
4.3.2	HB-8804 型胚胎分割仪的研制及分割牛胚胎试验	251
4.3.3	奶牛半胚移植于农户黄牛试验	252
4.3.4	奶牛新鲜和冷冻胚胎分割移植试验	254
4.3.5	玻璃化冷冻牛胚胎分割移植试验	256
4.3.6	小结	257
4.4	体外受精技术研究	258
4.4.1	概述	258
4.4.2	牛卵母细胞体外成熟及体外受精的研究	260
4.4.3	牛体外受精胚胎的生产及玻璃化冷冻保存、移植研究	263
4.4.4	提高绵羊卵母细胞发育能力的研究	266
4.4.5	影响绵羊体外胚胎生产主要因素的研究	269
4.4.6	影响山羊体外胚胎生产效果的主要因素	277
4.4.7	影响奶牛活体采卵及体外受精效果的主要因素	283
4.4.8	影响山羊腹腔镜法活体采卵及体外受精效果的研究	285
4.4.9	影响山羊胞质内单精子注射(ICSI)效果因素的研究	291
4.4.10	DMSO 和 FBS 对绵羊孤雌胚胎发育的影响	295
4.4.11	小鼠囊胚内细胞团(ICM)和滋养层(TE)细胞双重染色方法	297
4.4.12	以囊胚双重染色方法检测果糖对牛早期胚胎发育效果的影响	301
4.4.13	小结	305
4.5	胚胎干细胞技术研究	307
4.5.1	概述	307
4.5.2	从早期胚胎分离和培养兔胚胎干细胞	313
4.5.3	从原始生殖细胞分离和克隆兔的类胚胎干细胞	316
4.5.4	山羊 PGCs 用于分离与克隆类 ES 细胞	319

4.5.5 山羊类 ES 细胞的分离与克隆	323
4.5.6 小结	328
4.6 细胞核移植(克隆)技术研究	329
4.6.1 概述	329
4.6.2 动物胚胎细胞核移植显微操作针的制备与应用	332
4.6.3 家兔胚胎细胞核移植的研究	334
4.6.4 兔胚胎细胞核移植重组胚的发育力	338
4.6.5 不同去核、注核方法对山羊胚胎细胞核移植重构胚体外发育能力的影响	342
4.6.6 秋水仙碱化学去核对山羊卵丘细胞核移植胚胎体外发育的影响	347
4.6.7 组蛋白乙酰化水平对山羊卵丘细胞核移植胚胎体外发育的影响	351
4.6.8 5-氮-2'-脱氧核苷对绵羊体细胞核移植胚胎发育的影响	356
4.6.9 不同来源的山羊供核细胞对核移植重构胚发育的影响	360
4.6.10 小结	363
4.7 诱导幼畜卵泡发育(超排)与体外胚胎生产技术研究	363
4.7.1 概述	363
4.7.2 诱导绵羊幼羔卵泡发育及体外胚胎生产	365
4.7.3 影响羔山羊超排及体外胚胎发育效果因素研究	369
4.7.4 诱导荷斯坦牦牛卵泡发育及体外受精研究	376
4.7.5 小结	381
参考文献	382
第 5 章 动物繁殖技术进展	397
5.1 生殖生理研究进展	397
5.1.1 促性腺激素释放激素及其类似物在动物繁殖上的应用	397
5.1.2 一氧化氮对下丘脑-垂体-卵巢轴的生理调控	399
5.2 配子冷冻保存技术研究进展	402
5.2.1 羊精液冷冻保存技术研究进展	402
5.2.2 家畜卵母细胞冷冻保存技术研究进展	406
5.3 性别控制技术研究进展	408
5.3.1 精子分离技术研究进展及其在畜牧生产上的应用	408
5.3.2 应用分子生物学方法鉴定胚胎性别的研究进展	414
5.4 诱导卵泡发育(超数排卵)与体外(受精)胚胎生产技术研究进展	417
5.4.1 牛羊超数排卵方法研究进展	417
5.4.2 牛活体采卵技术研究进展	420
5.4.3 哺乳动物胚胎体外生产技术研究概况	422
5.4.4 卵胞浆内单精子显微注射的研究进展	427
5.4.5 诱导羔羊卵泡发育及体外胚胎生产研究进展	430
5.4.6 影响牦牛早期胚胎体外发育的因素	434