



罗牛山
LUONIUSHAN

Principal of Animal
Genetics & Swine Breeding

遗传原理 与 种猪育种

马乃祥 编著
王建新

南海出版公司

2006 · 海口

内 容 简 介

《遗传原理与种猪育种》分为两大部分即遗传育种原理学部分和种猪育种部分。主要内容包括细胞学基础、统计学基础、遗传学的基本规律、分子遗传基础、群体遗传学、数量性状的遗传、质量性状的遗传、家畜与品种、生产性能测定、选择的原理、种用价值的评定、选配、品种和品系培育、杂种优势的利用、繁育体系与育种的组织等。根据农村畜牧产业发展实际需求和服务“三农”的主导思想，增设了《种猪育种技术方案》、《优质猪人工授精技术标准》、《种猪性状测定技术规程》及《种猪遗传测定评估模型》等实用性章节。本书可作为全国重点种猪核心育种场专业技术人员参考资料和全国高等职业院校动物科学类专业的专业基础课教材。

目 录

第一部分 动物遗传育种原理

绪 论	(1)
第一章 遗传的细胞学基础	(9)
第一节 细胞的种类	(9)
第二节 细胞的结构与功能	(10)
第三节 染色体	(13)
第二章 遗传的基本定律	(19)
第一节 遗传的统计学基础	(19)
第二节 分离规律	(25)
第三节 自由组合规律	(29)
第四节 连锁遗传规律	(32)
第五节 非孟德尔遗传	(35)
第三章 性别决定和伴性遗传	(38)
第一节 性别决定的遗传理论	(38)
第二节 性别与环境	(40)
第三节 性别的控制	(40)
第四节 性别畸形	(41)
第五节 伴性遗传	(42)
第六节 从性性状和限性性状的遗传	(43)
第四章 遗传的分子基础	(44)
第一节 遗传物质是核酸的证据	(44)

第二节	核酸的分子结构与遗传信息的传递	(45)
第三节	遗传密码	(48)
第四节	蛋白质生物合成	(49)
第五节	基因和基因工程	(50)
第五章	遗传信息的改变	(53)
第一节	基因突变	(53)
第二节	染色体畸变	(56)
第三节	重组与转座	(60)
第六章	质量性状的遗传	(63)
第一节	家畜外部性状的遗传	(63)
第二节	禽的某些外部特征的遗传	(68)
第三节	畜禽的血型遗传	(69)
第四节	遗传缺陷与有害基因	(73)
第五节	质量性状遗传变异和基因型的判定	(76)
第七章	群体遗传学	(79)
第一节	群体的遗传结构	(79)
第二节	哈迪—温伯格定律	(81)
第三节	群体基因频率的改变	(86)
第四节	遗传与进化	(91)
第八章	数量性状的遗传	(97)
第一节	数量性状的概念和特征	(97)
第二节	数量性状遗传的多基因假说	(98)
第三节	数量性状表型值和方差的剖分	(99)
第四节	遗传参数	(102)
第九章	畜禽与品种	(109)
第一节	家畜	(109)
第二节	品种	(110)
第三节	主要畜禽品种	(113)

第十章 生产性能测定	(122)
第一节 生产性能测定的意义和原则	(122)
第二节 性能测定的基本形式	(124)
第三节 肉用性能测定	(126)
第四节 乳用性能测定	(128)
第五节 产蛋性能测定	(130)
第六节 繁殖性能测定	(132)
第七节 体型外貌评定	(133)
第十一章 选择原理	(140)
第一节 选择学说	(140)
第二节 质量性状的选择	(142)
第三节 数量性状的选择	(147)
第十二章 个体种用价值评定	(153)
第一节 育种值估计原理	(153)
第二节 利用单项亲属信息估计个体育种值	(154)
第三节 利用多类亲属信息估计个体育种值	(159)
第四节 多性状的育种值估计	(161)
第十三章 选配	(177)
第一节 选配的概念与分类	(177)
第二节 品质选配	(178)
第三节 亲缘选配	(179)
第四节 选配计划的制定	(184)
第十四章 品种与品系培育	(186)
第一节 品种的培育	(186)
第二节 品系的培育	(189)
第三节 专门化品系的培育	(194)
第十五章 杂种优势的利用	(199)
第一节 杂种优势及其应用	(199)

第二节 杂种优势利用的主要环节	(204)
第三节 经济杂交方式	(208)
第十六章 繁育体系与育种组织	(211)
第一节 繁育体系	(211)
第二节 育种组织	(215)
第三节 场内育种管理的技术措施	(220)
第四节 规模化生产条件下动物育种的特点	(224)
附录 动物遗传育种学综合练习	(226)

第二部分 海南罗牛山种猪育种方案

绪 论	(237)
第一章 世界种猪育种动态与发展趋势	(239)
第二章 引进猪种资源与品质现状	(242)
第三章 罗牛山种猪育种目标	(245)
第四章 核心群组建及遗传基础	(247)
第五章 罗牛山种猪育种计划	(252)
第六章 种猪性能测定	(264)
第七章 遗传进展与评估	(274)
第八章 育种进度安排	(276)
第九章 环境保护	(277)
第十章 项目组织管理和运行	(279)
第十一章 罗牛山养猪管理软件开发方案	(280)
第十二章 种猪性状测定技术规程	(287)
第十三章 种猪数据测定记录标准	(291)
第十四章 种猪遗传测定评估模型	(294)
第十五章 罗牛山优质猪人工授精技术标准	(296)
附录 罗牛山种猪质量测定管理章程	(307)

动物遗传育种原理

DONG WU YI CHUAN YU ZHONG YUAN LI

第一部分



绪 论

20 世纪动物生产的巨大成就反映了动物遗传育种学理论的发展及其应用的效果。动物遗传育种学发展的每一阶段，无不吸纳其他学科的新理论和新方法。诸如育种值选择取代表型选择，构建动物遗传图谱，寻找与数量性状座位（QTL）紧密连锁的 DNA 标记辅助选择（MAS），转基因克隆技术快速改良经济性状，提高畜禽抗病力，生产非常规动物产品等方面已初见成效。可以预言，在 21 世纪，生物技术、计算机技术等高新技术将对动物遗传育种产生划时代的影响，使动物生产模式发生根本性的转变。

一、动物遗传育种学的意义和研究内容

（一）动物遗传育种学的意义

动物遗传育种学是动物科学的一门重要分支。动物遗传育种学是用遗传学理论和相关学科的知识从遗传上改良动物，使其向人类所需的方向发展的科学，是合理开发、利用和保护动物资源的理论基础。

遗传学的原理用于育种规划主要有两大任务：一是基于对遗传性状的预测，选择最理想的种畜；二是通过育种规划和交配系统生产最好基因型的商品动物。育种所需的相关学科除遗传学外，还包括统计学、生物化学、生理学、经济学和其他学科，计算机科学的发展更使育种工作如虎添翼。

由于动物生产是一种与经济直接相关的产业，因此动物育种的优势不仅从遗传方面考虑，而且要用经济观点和发展的观点来衡量，动物育种的基本目标是提高动物生产的效率，是通过遗传上的改良增加产品的数量，提高质量和降低成本。

（二）动物育种的贡献

奶牛经选育可以达到群体平均产奶量 9000kg 以上，据报道，最高产的母牛，年可产奶 25248kg，没有人工选择和培育，自然界中不会产生这种高产奶牛。

1940 年肉鸡上市需 12 周，体重 1.6kg，而现今仅需 6 周，上市体重达 2kg 以上，饲料转化率由 3.5:1 下降到 1.7:1。这种改进除营养和管理因素外，遗传育种的因素不可忽视。据世界范围的考证，遗传育种对动物生产总的贡献率超过 40%。

（三）动物遗传育种学的研究内容

动物遗传育种学是研究动物遗传规律、育种理论和方法的科学，是既有理论又有实践的一门综合性学科。内容包括遗传的基本原理、育种原理和方法两大部分。遗传原理部分主要研究遗传的物质基础、遗传的基本规律、质量性状和数量性状的遗传，群体遗传学和数量遗传学基础及分子遗传学基础等。

动物育种的原理和方法主要研究家畜家禽品种的形成，动物遗传资源的调查、开发利用和保存，主要经济性状的遗传规律、生产性能测定，培育新品种、品系的理论和方法，杂种优势机理和利用，保证育种工作有效进行的规划，育种组织、措施和必要法规等。

二、动物遗传育种学发展简史及成就

（一）现代遗传学的诞生

1856~1864 年孟德尔（G. Mendal）成功地进行了著名的豌

豆杂交实验，从中正确地推导出遗传学的原理。1865 年他在布尔诺自然历史协会上宣读了实验结果，并于 1866 年发表了论文。孟德尔研究的重要性在于，他证明了遗传的不是性状本身，而是决定性状的因子。

基因是由约翰逊 (W. Johansson) 于 1909 年提出的，几乎同时美国的摩尔根 (T. H. Morgan) 领导的果蝇遗传研究编制出“果蝇染色体图”，到了 1910 年他们证实了染色体理论。他发表了《染色体与遗传》、《基因论》和《遗传的物质基础》等著作。细胞学与遗传学研究相结合发展成细胞遗传学。细胞遗传学是孟德尔发现的分离和自由组合定律及之后摩尔根解释的连锁定律与细胞学中的染色体研究的综合产物。

随着遗传学与其他学科结合，产生了多个遗传学分支。1908 年，英国数学家哈迪 (G. H. Hardy) 和德国的遗传学家温伯格 (W. Weinberg) 分别发现平衡定律，奠定了群体遗传学的基础。经过费歇尔 (R. A. Fisher)、霍尔登 (J. B. S. Haldane) 和莱特 (Wright) 三人在 20 世纪 20 ~ 30 年代的努力，群体遗传学和统计学相结合产生了数量遗传学，所有与人类生活有关的经济动植物育种问题都要在群体的基础上予以研究。

从细胞的基础上向细胞的显微结构和超显微结构深入就达到了分子水平的遗传学。分子遗传学是研究分子水平上的遗传物质的表现和规律的学问，它造成了今日生物科学的高峰。

20 世纪遗传学扩展如此庞大，以致它渗入生物学的许多分支。我们除了按水平划分外，还可按不同生物范畴来划分，因而形成：动物遗传学、植物遗传学、微生物遗传学、人类遗传学等。动物遗传学主要研究与人类生活有关的各种动物，如家畜、家禽、鱼类、鸟类、昆虫等的遗传规律及其应用。研究方法既需要细胞遗传学的方法、分子遗传学的方法，也需要数量遗传学的方法、免疫遗传学及新生的遗传工程学。我们还可以按遗传机制

的研究来划分遗传学：例如辐射遗传学、生理遗传学、生化遗传学等。随着研究的日渐深入，从开始的遗传密码到最后的表型产生，目前均有比较明确的解释，但是中间的发育过程，仍有很大的奥秘，发育遗传学的出现，就是为了解决这一问题所产生的。只有从遗传学的观点来研究发生和发育机制，才是解决这一问题的最好方法。

总之，遗传学的研究方法深入到与物理学、化学融会贯通的境界，可以用最基本的物理、化学概念来解释各种分子水平的遗传观点，这是生物学上的一项重大突破。

（二）动物育种学的发展

育种学原是一门古老的学科，每个国家都有其育种历史。我国早在周代对马的外形鉴定已有丰富经验，春秋战国时期伯乐《相马经》，宁威的《相牛经》可称育种的专著，培育了许多家畜家禽品种，但是现代动物育种历史可以从18世纪算起。英国的贝克维尔（R. Bakewell）凭借自己的经验，利用大群选择和近亲繁殖的方法育成多种牛、羊、马的品种。当时育成一个品种需要约60~70年，到19世纪末培育品种的速度提高到20~30年。在前后100年间，世界范围培育出了许多家畜品种。

现代育种是以孟德尔遗传学为基础的，遗传是由生物体内生殖细胞的粒子又称基因所决定。这门科学对动物和植物的改良起到巨大的指导意义，使育种由艺术走向科学。

1859年达尔文的《物种起源》一书出版并提出进化论。进化论有两个基本观点：一是生命同源；二是自然选择。育种的原理，就是用人工选择的方法代替自然选择，以加速衍变过程。动物在人工条件下选育改良的过程是：变异→人工选择→控制交配制度→产生良种→遗传→变异→不断选育→不断提高；而生物进化的过程是：变异→自然选择→生殖隔离→产生新种→遗传→变异→由简单到复杂→由低级到高级的发展。育种功效是根据遗传

规律进行人工选择，在几十年到几百年的人工选择的过程中，要完成自然选择需要几十万年甚至几百万年才能完成或不一定能完成的工作。

美国的洛希（J. L. Lush）将数量遗传学理论与育种实践相结合提出重复力和遗传力的概念，建立了现代育种理论体系。汉德森（C. R. Henderson）线性模型理论和方法使更精确的统计方法在育种中应用，极大地提高了种畜选育层次，促进全球动物育种的发展。

近年动物育种吸纳了生物技术、信息技术、系统工程，转基因克隆的成功，标记辅助选择，分子育种新领域的开辟，标志着动物育种进入一个崭新的时代。

三、动物遗传育种学与动物生产的关系

（一）动物生产

人类利用动物，主要是家养动物，或称家畜家禽，生产生物产品和制品的活动称为动物生产或畜牧业。动物产品主要有各类肉、蛋、奶、丝、皮、毛、羽毛及其他产业的原材料等实物型，还提供畜力、伴侣动物和体育娱乐项目等。动物生产为人类提供生活必需品，也为消费者高质量的生活水准提供保障。

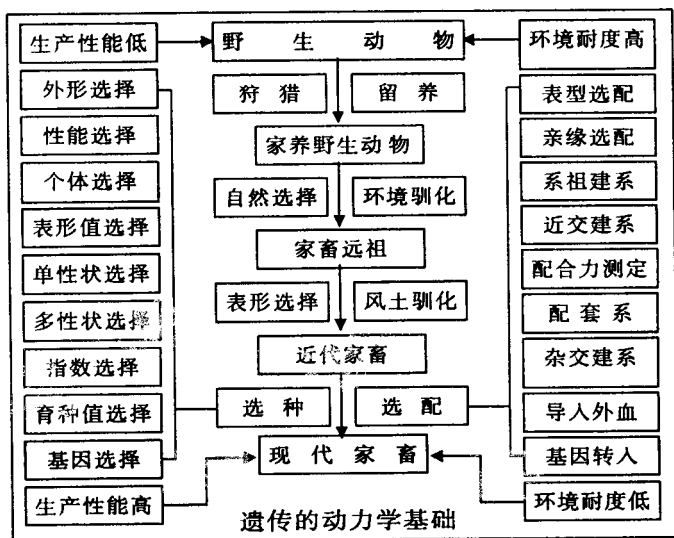
动物生产有三大要素，分别是品种，营养和管理。现代动物生产有三大支柱，分别是动物遗传育种，动物营养、饲料和管理，环境卫生、疫病防治和环保措施。动物遗传育种所提供的优良种畜种禽对动物生产的影响是长期和深远的。

国际上衡量社会发展和经济发达程度要看畜牧业产值在农业总产值中所占的比率高低。大多数发达国家畜牧业平均占农业总产值的 50% 以上，例如美国占 70%，英国占 76%。我国改革开放以来，农业结构调整使畜牧业产值所占比率由 1978 年约 13%

提高到约 36%，在经济发达地区已达 50% 左右，动物生产仍有很大发展空间。

(二) 动物遗传育种与动物生产的关系

动物育种首先可充分利用动物遗传资源，发挥优良品种基因库的作用，提高动物产品产量和质量；另一方面，从长远的观点看，可通过合理开发利用品种资源达到对现有品种资源和以前未利用的动物资源保护的目的。通过育种工作扩大优秀种畜使用面，使良种覆盖率提高进而使群体不断得到遗传上的改良。通过育种工作培育杂交配套系，“优化”杂交组合，充分利用杂种优势生产商品动物，使工厂化动物生产提高效率，增加经济效益，减少污染，保护生态。动物遗传的动力学基础如下图所示。



第一章 遗传的细胞学基础

第一节 细胞的种类

一、生命的基本单位

生物的种类很多，体型结构各异，但构成它们生物体结构的基本单位是一样的，即都是由细胞构成的。

二、细胞的形态和大小

细胞一般比较小，需要用显微镜才能看见，通常以微米 ($1\mu\text{m} = 1/1000\text{mm}$) 计算其大小。组成高等动物组织的大多数细胞直径在 $20 \sim 30\mu\text{m}$ 之间。

细胞的形态也是多种多样的，游离的细胞多为圆形或椭圆形，如血细胞和卵。紧密连接的细胞有扁平、方形、柱形等；具有收缩机能的肌细胞多为纺锤形或纤维形；具有传导机能的神经细胞则为星形，多具有长的突起。

三、细胞的分类

1. 原核细胞。少数单细胞有机体的细胞核不具核膜（核物

质存在于细胞质中的一定区域), 称为原核细胞, 如细菌、蓝藻。

2. 真核细胞。具有核膜的细胞核是真正的细胞核, 具有真正细胞核的细胞称为真核细胞。

3. 细胞和机能。细胞虽然各种各样, 但它们在形态结构和机能上还是有共同的特征。在形态结构上, 一般细胞都具有细胞膜、细胞质(包括各种细胞器)和细胞核的结构。

第二节 细胞的结构与功能

高等动物的细胞一般可分为细胞膜、细胞质、细胞核等部分。细胞的外面由细胞膜包被着, 这个膜又称为质膜, 里面是细胞核及周围的细胞质和细胞器。

一、细胞膜

(一) 细胞膜的结构

细胞膜是一个可塑的、流动的、嵌有蛋白质的类脂双分子层结构。

(二) 细胞膜的功能

细胞膜能够维持细胞的形状, 有保护细胞免受外界环境的损害的能力。

细胞膜是具有选择性的渗透性膜, 能够防止生命所必需的物质渗出细胞, 可以调节水、无机盐类和营养物质等进入细胞, 保持细胞内外物质的交换和联系。

哺乳动物细胞表面存在各种表面抗原, 不同物种的细胞之间, 同一物种不同遗传类型的个体细胞之间, 表面抗原有差别,

这在遗传学上鉴定物种与品种分类是有意义的。

二、细胞质和细胞器

细胞膜以内，细胞核之外的物质统称为细胞质。细胞器是细胞质内具有一定形态特点和不同功能的结构，如线粒体、质体、中心体、核糖核蛋白体、高尔基体等。

在电子显微镜下观察，许多细胞器都是由膜围成的，这些膜统称生物膜。

（一）内质网

内质网是一种互相通连的扁平囊泡构成的膜性管道系统。这种结构并不局限于细胞质内，也会延伸到细胞边缘，并与细胞膜连通。

粗面内质网的功能是参与蛋白质的合成与运输，因此，这种内质网常见于蛋白质合成旺盛的细胞中。滑面内质网的功能较为复杂，与脂类的合成以及糖原和其他糖类的代谢有关，也参与细胞内的物质运输。

（二）高尔基体

高尔基体位于细胞核附近，由单层膜围成的扁平囊泡，由大泡和小泡组成。

其功能是将粗面内质网合成的蛋白质转移到高尔基体，在高尔基体内储存、加工，并浓缩成分泌颗粒，或与高尔基体本身合成的糖类物质形成糖蛋白，一起转运出细胞，供细胞外使用。

（三）线粒体

线粒体多为丝状、棒状或粒状。由内外两层膜组成，内膜的不同部位向内折叠形成许多褶脊，把线粒体内部隔成许多小室。线粒体是细胞内生成高能磷酸键 ATP 的氧化磷酸化的主要场所，