



全国高等农业院校教材

全国高等农业院校教材指导委员会审定

动物育种学总论

● 师守堃 主编

● 动物遗传育种专业用

北京农业大学出版社

全国高等农业院校教材
全国高等农业院校教材指导委员会审定

动物育种学总论

师守堃 主编

(京第 164 号)

全国高等农业院校教材
动物育种学总论

师守望 主 编

*

责任编辑 张启福

北京农业大学出版社出版

(北京市海淀区圆明园西路二号)

北京丰华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

787×1092 毫米 32 开本 11.75 印张 286 千字

1993 年 4 月第 1 版 1993 年 4 月第 1 次印刷

印数: 1—2 000

ISBN 7-81002-370-5/S·183

定价: 3.70 元

内 容 简 介

本书结构按动物育种学的基本知识、基本原理和基本方法依次编写，系统介绍有关家畜的群体类型特征和个体性状度量等基本知识，重点阐述家畜类动物性状遗传传递系统、遗传变异分割以及亲缘关系和杂种优势等基本规律和基本原理，全面说明动物育种学中实用的选种、选配、繁育体系和育种规划等基本方法。通过有计划地讲授或阅读本书可以基本掌握当代动物育种学的主要内容，因此，本书既是高等农业院校动物遗传育种专业或畜牧等动物生产类专业本科生的基本教材，也是从事有关动物生产、科研和教学人员的重要参考书。

主 编 师守瑩（北京农业大学）

参 编 李素芬（北京农业大学）

主 审 彭中镇（华中农业大学）

前 言

本书是根据高等学校农科教材编审出版计划，为动物遗传育种等动物生产类专业本科生编写的家畜育种学教科书，也可作为从事相关专业生产、科研和教学人员的参考书。

本书注意家畜（动物）育种学体系结构的系统性，既要突出重点又能比较全面阐述家畜育种学的基本知识、基本原理和基本方法。全书共 13 章，除首末的绪论和结束语两章外，依次介绍群体类型、个体性状、传递系统、变异分割、亲缘关系、杂种优势、选种原理、选配方法、繁育体系、育种规划和遗传资源。编者力求全书层次清晰精炼，内容论述通顺易懂，但限于水平，不妥或错漏之处，希望读者给予批评指正，以利改进。

本书是在我校不断丰富家畜育种学教学资料和教学经验的基础上编写的。在编写过程中曾得到多方面的广泛帮助和支持。特别应该提到的是全国高等农业院校教材指导委员会畜牧学科组，该组于 1990 年和 1991 年曾先后两次组织国内有关院校专家审议本书编写大纲，除编者外，参加这两次专家审议活动的有吴常信（北京农业大学）、彭中镇（华中农业大学）、吴显华（华南农业大学）、张沅（北京农业大学）、施启顺（湖南农学院）、张启能（北京农业大学）、宋九州（西北农业大学）等人。本校硕士研究生阚远征和储明星也参加了本书有关书稿的整理工作，在此一并致以衷心感谢。

师守埴

1992 年 3 月于北京

目 录

第一章 绪 论.....	1
第一节 有关动物生产的概念.....	1
一、第一产业——农牧业生产	1
二、现代化农牧业	2
三、动物生产	3
第二节 育种和育种学.....	7
一、育种的概念	7
二、育种学的内容	8
三、动物改良的简史	8
第二章 家畜群体的分类和概述.....	11
第一节 生物进化与物种形成.....	11
一、关于生物进化的争论	11
二、物种形成的要因和方式	12
第二节 动物的驯养与驯化.....	14
一、家养动物的概念和定义	14
二、家养化的兽和鸟	15
三、家养化的鱼和虫	15
四、家养化的因素	16
五、家养化后的变化	17
第三节 家养动物的物种分类.....	24
一、家畜在动物分类学中的位置	24
二、家畜的种名命名法	24
第四节 家养动物品种的形成、分类和结构.....	24
一、品种和品系的概念	25

二、影响品种形成演变的因素	26
三、动物品种分类的原则和方法	28
四、品种形成过程和结构	29
五、识别动物品种的要点	31
第三章 家养动物的生长、体型和性能	33
第一节 个体的生长	33
一、生长的概念	34
二、个体生长的主要阶段	34
三、个体生长的观察与度量	37
四、个体生长动态的研究方法	38
五、个体发育生长的表现规律	54
六、影响个体发育生长的因素	58
七、动物生活节奏的规律性	59
第二节 个体的体型	60
一、体型的概念	60
二、个体体质的类型	60
三、体型度量与比较的方法	61
四、影响个体体型特征的因素	62
五、个体的体型评定	64
第三节 个体的性能	66
一、性能的概念	66
二、产肉能力的测定	67
三、产蛋能力的测定	69
四、产奶能力的测定	73
第四章 遗传传递系统	82
第一节 参数的标准化	82
一、各种单一行为参数的标准化	82
二、两相关行为间参数的标准化	84
三、多相关行为间参数的标准化	89
第二节 传递系统分析	92

一、成因独立的传递系统.....	92
二、成因相关的传递系统.....	95
三、传递系统的相关(通径)特点.....	100
第三节 世代传递通径	101
一、配子到合子的通径.....	102
二、合子到配子的通径.....	104
三、合子到合子的通径.....	105
四、世代通径的特点讨论.....	107
第五章 遗传变异分析	110
第一节 遗传变异类型	110
一、质量性状的遗传变异.....	110
二、数量性状的遗传变异.....	113
第二节 遗传变异分割	116
一、加性效应.....	117
二、显性效应.....	118
三、上位效应.....	118
第三节 表型变异分割	119
一、环境作用类型.....	119
二、无系统环境的表型变异分割.....	120
三、有系统环境的表型变异分割.....	129
第六章 亲缘关系	151
第一节 动物谱系	151
一、个体谱系.....	151
二、群体谱系.....	155
第二节 亲缘程度估计	158
一、亲缘类型.....	159
二、估计个体间亲缘系数的公式.....	160
三、例题解说.....	163
第三节 近交程度估计	165
一、估计个体近交系数的通用公式.....	166

二、近交和亲缘系数的电算程序.....	172
三、估计个体近交系数的专用公式.....	181
四、估计群体近交系数的方法.....	186
五、近交的遗传作用.....	196
第七章 杂种优势	203
第一节 杂种优势遗传解释	203
一、基因间互作的关系和形式.....	203
二、显性效应产生的杂种优势.....	205
三、超显性效应产生的杂种优势.....	206
四、上位互作效应产生的杂种优势.....	208
五、遗传解释的综合讨论.....	209
第二节 杂种优势构成因素	211
一、杂交亲本的中亲值.....	211
二、杂交子代的平均(基型)值.....	212
三、杂种优势的构成和因素分析.....	212
第三节 杂种优势利用试验设计	213
一、估测配合力的试验设计方法.....	213
二、提高配合力的选种方法.....	216
第八章 选种原理和方法	219
第一节 选择理论	219
一、自然选择.....	219
二、人工选择.....	220
三、自然和人工选择的异同.....	221
四、选择具有创造性作用的原因.....	222
五、选择的本质.....	224
第二节 质量性状的选种	224
一、选种原理.....	224
二、选种方法.....	235
三、质量性状选种的问题讨论.....	243
第三节 数量性状的选种	245

一、选种原理	245
二、单性状个体信息的选种方法	254
三、单性状家系信息的选种方法	257
四、单性状亲属信息的选种方法	266
五、单性状信息的复合选种方法	271
六、多性状信息的综合选种方法	277
七、实际应用的群体选种方法	285
八、数量性状选种的问题讨论	288
第九章 选配方法	290
第一节 表型选配	291
一、同型选配	291
二、异型选配	291
第二节 亲缘选配	292
一、远缘交配	292
二、近缘选配	297
第三节 杂优生产选配方法	298
一、简单杂交选配	299
二、回交和三元杂交选配	299
三、轮回杂交选配	301
四、四元(双)杂交选配	302
五、终端杂交	303
第四节 改进纯种选配方法	304
一、纯繁选配原则	304
二、改进纯种选配实例	305
第十章 育种目标和体系	307
第一节 育种目标	307
一、影响规划育种目标的因素	307
二、规划育种目标的主攻方向	303
三、规划改进的育种目标	309
四、规划实现育种目标的方式	310

五、规划实现育种目标的环境	311
六、育种规划的可行性评估	312
第二节 育种体系	313
一、发挥纯种能力的育种体系	313
二、发挥杂种优势的育种体系	314
第三节 实现育种目标和育种体系的组织机构	315
一、规划育种的组织机构	316
二、执行育种的组织机构	316
第十一章 动物育种规划最优化方法	318
第一节 育种规划的主要内容	318
一、育种规划概述	318
二、育种目标概述	319
第二节 遗传进展传递	324
一、遗传进展的传递模型	324
二、传递模型的全面评价	324
第三节 育种规划最优化过程	325
一、育种规划计算基本方法	325
二、育种规划最优化标准	328
第十二章 遗传资源的保存利用	330
第一节 保种原理	331
一、保种标准及其影响因素	331
二、留种数量和方式的作用与影响	332
第二节 保种方法	338
一、保种的技术措施	338
二、保种的行政措施	340
第三节 资源利用	340
一、地方品种资源的保存利用	340
二、野生动物资源的家养利用	341
第十三章 结束语	342

第一节 遗传育种理论的拓宽和加深	342
一、育种理论及其应用的纵深发展	342
二、遗传学原理的纵深发展	343
第二节 遗传育种手段的革新和发展	344
一、标记选择	344
二、反向选择	346
三、转因(基因转移)选择	347
四、加快奶牛改良进度的 MOET 方法	348
第三节 我国动物育种的特色	352
一、大城市和对外开发地区的动物育种	353
二、其它地区的动物育种	354

第一章 绪 论

第一节 有关动物生产的概念

动物生产,随着人类社会的进步而得到发展。我们知道,动植物生产是为人类提供食物等原料的生产,而食物是人类存在和发展的最基本生活条件,“民以食为天”就是历史上对这种认识的高度概括。史前人类为了摆脱依靠狩猎采集食物的不稳定生活,从野生动植物中选择出能够生产肉类等畜产品的驯养动物以及能够提供食用谷物等农产品的栽培植物。随着驯养栽培动植物第一产业的出现,又反过来促进人类生活的改变和人类劳动的分工,这为人类社会进一步发展提供了物质基础。

一、第一产业——农牧业生产

第一产业就是应用人类可以利用的植物和动物来生产人们可以直接利用的生物产品或生物制品。植物类的生物产品如面、米、油、糖、茶和烟等就是习惯上称为农产品的生物产品。动物类的生物产品如肉、蛋、奶、丝、毛和皮等就是习惯上称为畜产品的生物产品。现在我们可以从本质上说传统的农、林、牧、渔等业就是从事生产人类可以利用的生物产品的生产活动。农、林、牧、渔等业可称为农牧业或农业。

所谓农牧业就是人类利用驯养栽培的动植物来生产各种生物产品的生产活动。人类通过农业生产为自身提供多种多样有丰富营养价值的生物产品。可见,农业生产的本质就是让那些驯养栽

培的动植物在人类控制下，迫使这些动植物向人类提供量多质高的各种生物产品——农产品、林产品、畜产品、水产品等等。

二、现代化农牧业

过去、现在和将来都会有现代化农牧业。这是随着人类社会的进步而演变的概念。在不同发展阶段上，凡能达到当时社会生产最好水平的农牧业都是现代化的。

农牧业生产经过长期发展，不断取得进步是尽人皆知的事实。如果深入考察不断进步的原因和表现不难发现，所谓现代化就是通过人类不断提高对驯养栽培动植物及其生长环境的控制程度来实现的。任何现代化农牧业都可用这一控制程度的水平来加以度量。

我们都了解在大自然仍能左右人类的时代里，人们只能靠天养畜、靠天种地，此时人类对驯养栽培动植物及其生长环境的控制程度甚少。随着科学技术的发展，在人类能够控制自然的年代里，人们已经能够在人工环境中密闭养畜、温室栽培，此时，人类对驯养栽培动植物及其生长环境的控制程度甚多。

从当今时代来看农牧业生产的发展，人们划分发展阶段所说的传统农牧业是人类对驯养栽培动植物及其生长环境控制极少的生产活动；近代农牧业是人类对驯养栽培动植物及其生长环境控制较多的生产活动；现代农牧业是人类对驯养栽培动植物及其生长环境控制很多的生产活动。由于农牧业现代化在不同时代有不同的标准，因此，现在所指的近代农牧业如果退回到一二百年前就是当时的现代化农业。可见，如何判断农牧业现代化，主要是看农牧业生产活动全过程能否跟上当今时代的世界发展潮流。所以，任何时代的现代化农牧业都是走在当时世界发展潮流前列的农牧业生产活动。

三、动物生产

(一) 动物生产的性质 动物生产是在植物光合作用的基础上, 利用各种兽、鸟、鱼、虫等驯养动物进行的生物再生产。虽然在将植物产品转化为动物产品的再生产过程中, 兽、鸟、鱼、虫等动物自身要消耗掉一些能量物质, 可是对人类来说, 动物产品的蛋白质质量普遍高于植物产品的蛋白质质量, 看来利用兽、鸟、鱼、虫等驯养动物把植物产品转化为动物产品的转化工作将继续存在下去。经过比较, 动物性蛋白质中的氨基酸种类齐全, 更适合于人类的需要。因为动物蛋白质含有植物蛋白质所缺乏的赖氨酸、蛋氨酸和色氨酸等必需氨基酸。

农产品和畜产品的转化效率比较, 可以用食物的光合作用相对转化率来加以度量。表 1-1 列出了 5 种主要食物的光合作用相对转化率。从表 1-1 中可以看出, 如以粮食的光合作用相对转化率为 100% 时, 薯类的相对效率最高, 为粮食的 200%。动物性食物中, 牛奶的相对效率为粮食的 80%, 猪肉为粮食的 30%, 鸡蛋为粮食的 8%。

表 1-1 食物的光合作用相对转化率

食物种类	光合作用相对转化率	粮食为 100% 时的相对效率
土 豆	0.10	200
粮 食	0.05	100
牛 奶	0.04	80
猪 肉	0.015	30
鸡 蛋	0.004	8

从光合作用相对转化率的角度来看, 在动物食品中, 完全利用精饲料的鸡, 其光合作用相对效率最低, 而能够同时利用精粗两类饲料的牛, 其光合作用相对效率在 3 种动物产品中最高。可

见，将植物产品转化为动物产品时，转化过程的损失大小，主要决定于该动物有无全面利用植物产品的能力。显然，能够充分全面利用植物茎叶籽实的牛，将比仅能有限利用嫩叶籽实的鸡要高得多。

总之，动物生产是人类利用兽、鸟、鱼、虫等驯养动物，将植物产品转化为动物产品，向人类提供各种动物性蛋白质等动物产品的过程。

(二) 动物生产的经营目的 农牧业生产及其相互关系随人类文明的发展而变化。当社会生产从以养殖为主的原始农牧业发展到以栽培为主的传统农牧业时，这标志着人类社会生产的进步。经由以栽培为主的传统农牧业发展到养殖和栽培并重的近代农牧业，也标志着人类社会生产的进步。再由养殖和栽培并重的近代农牧业发展到大规模专业化商品生产的现代农牧业，同样标志着人类社会生产的进步。

从不同发展阶段的农牧业相互关系看，动物生产——畜牧业生产类型有副业型、兼业型和专业型3种情况。

发展到传统农牧业阶段时的动物生产类型是副业型的。此时发展畜牧业的主要目的是为种植业提供肥料和畜力，畜牧业产值在农牧业总产值中所占比例很低，畜牧业完全从属于种植业。从世界范围看，副业型畜牧业在工业革命前是进步的。我们知道，那时植物产品如粮食比动物产品如肉类容易加工贮藏搬运，从社会影响来说粮食比肉类要大得多。例如那时在军事上有“兵马未动，粮草先行”的规则就是明证。

发展到近代农牧业阶段时的畜牧业生产类型是兼业型的。此时发展动物生产的主要目的已从提供肥料和畜力转向提供肉、蛋、奶、丝、毛和皮等动物产品，畜牧业产值在农牧业总产值中所占的比例较高，畜牧业和种植业得到平行发展。工业技术的发展，为改进肉类等畜产品的加工、贮藏、运输创造了物质条件。