

图 说

高效养殖关键技术图说系列

毛皮动物毛色遗传 及繁育新技术

佟煜仁 张志明 编著

TUSHUO
MAOPI
DONGWU
MAOSE
YICHUAN
JI FANYU
XINJISHU



金盾出版社
JINDUN CHUBANSHE

图说毛皮动物毛色遗传及 繁育新技术

金盾出版社

内 容 提 要

本书由中国农业科学院特产研究所佟煜仁研究员等编著。内容包括:遗传的基本知识,彩色水貂基因特征及繁育技术,狐属狐基因特征及繁育技术,北极狐属彩狐的繁育技术,狐属狐与北极狐属狐杂交,彩貂基因特征及繁育技术。内容新颖、结构严谨、技术先进、重点突出,适于毛皮动物养殖场管理和技术人员、养殖户、毛皮收购销售人员阅读,亦可供农业大专院校相关专业师生及科研人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

图说毛皮动物毛色遗传及繁育新技术/佟煜仁,张志明编著. —北京:金盾出版社,2009.6

(高效养殖关键技术图说系列)

ISBN 978-7-5082-5684-9

I. 图… II. ①佟…②张… III. 毛皮动物—饲养管理—图解 IV. S865.2-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 051806 号

金盾出版社出版、总发行

北京太平路 5 号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 83219215

传真:68276683 网址:www.jdcbs.cn

封面印刷:北京蓝迪彩色印务有限公司

彩页正文印刷:北京蓝迪彩色印务有限公司

装订:北京蓝迪彩色印务有限公司

各地新华书店经销

开本:787×1092 1/32 印张:3.5 字数:55 千字

2009 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

印数:1~8 000 册 定价:14.00 元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

前 言

珍贵毛皮动物(水貂、狐、貉)饲养业在国际上已有1个多世纪,在国内已有50年的历史了。水貂、狐和貉在初期驯养阶段仅仅是常见的野生类型,如野生型黑褐色标准水貂,赤狐、银黑狐、淡蓝色北极狐和褐色野生型貉等。随着饲养业的深入发展和育种工作的加强,有别于野生型的各种异色型彩色毛皮动物开始出现并陆续增多。到目前为止,人工培育的新色型水貂、新色型狐已多达上百种;彩色貉也已出现2种。

彩色毛皮动物的出现不仅丰富了毛皮动物的毛色遗传基因,形成了宝贵的活体遗传库资源,而且五光十色的彩色毛皮也满足了人们追求新颖时尚的特殊需求,给毛皮市场增添了活力,带来巨大商机和经济效益。毛皮动物毛色遗传和育种也颇具科学研究和学术价值。

国外毛皮动物饲养先进国家对彩色毛皮动物培育研究起步较早,国内与国外相比相对滞后。国内彩色水貂多为20世纪70年代陆续从国外引种,如吉林白水貂、金州黑十字水貂等都属国外少量引种国内培育。国内彩狐引种始于20世纪80年代,近年来才有较大发展。国内彩貉(吉林白貉)培育是由中国农业科学院特产研究所自主完成的。

随着人们生活水平提高和消费观念的转变,彩色毛皮动物及其毛皮产品以其稀少珍贵、新颖别致、标新立异而备受人们青睐。彩色毛皮动物养殖也形成一个新的产业分支。

近年来,彩色水貂中丹麦红眼白貂、银蓝色水貂、钢

蓝色水貂,彩狐中北极狐之白色北极狐、影狐,狐属中赤色狐、铂色狐、十字狐、咖啡色狐、珍珠狐及彩貉中白貉等在国内有所增加和发展。但不少彩色毛皮动物饲养者对毛皮动物毛色遗传知识感到缺乏和困惑。繁育中胡乱交配的现象屡见不鲜,甚至出现以赤色狐(十字狐、金色狐、金黄狐)冒充赤狐炒种倒种和把不育的属间杂交狐金岛狐也作为种兽推销的伪劣行为,给彩色毛皮动物养殖带来不良影响。

为了促进国内彩色毛皮动物的发展,满足彩色毛皮动物养殖者对毛皮动物毛色遗传和繁育技术知识的渴求,笔者不揣浅陋编著了这本《图说毛皮动物毛色遗传和繁育技术》小册子。恳望与同仁们切磋交流。

本书编写过程中承蒙吉林农业大学朴厚坤教授、中国农业科学院特产研究所所长杨福合研究员、魏海军研究员、郭永佳副研究员和河北昌黎金岛彩狐场周建平场长具体指导和帮助,从中国皮毛信息网、中国裘皮信息网、养殖商务网等网站下载部分图片,金盾出版社二编室予以大力支持。一并致谢!

编 著 者

2009年1月

目 录

一、遗传的基本知识 /1

(一) 遗传的概念 / 1

(二) 遗传物质 /2

(三) 染色体 /3

(四) 遗传基因 / 6

(五) 遗传性状 / 6

(六) 遗传基因的某些特点 /8

(七) 基因型和表现型 /13

(八) 质量性状遗传的规律和特点 /14

二、水貂毛色基因特征及繁育技术 /18

(一) 水貂色型及基因特征 /18

(二) 彩色水貂的选种技术 /27

(三) 彩色水貂的选配技术 /33

(四) 彩色水貂的繁育技术 /35

三、狐属狐毛色基因特征及繁育技术 /50

(一) 狐属狐毛色及基因特征 /50

(二) 狐属彩狐选种、选配技术 /62

(三) 狐属彩狐的繁育技术 /70

四、北极狐属彩狐的繁育技术 /81

(一) 北极狐属狐色型及基因特征 /81

(二) 北极狐属彩狐选种和繁育技术 /85

五、狐属狐与北极狐属狐杂交 /92

(一) 赤狐、银黑狐与北极狐杂交 /92



(二) 赤狐、银黑狐与北极狐属影狐杂交 /94

(三) 狐属狐和北极狐属狐其他形式杂交及毛色分离 /95

六、貉基因特征及繁殖技术 /97

(一) 貉毛色类型及基因特征 /97

(二) 彩貉选种技术 /101

(三) 彩貉繁育技术 /104

主要参考文献 /106



一、遗传的基本知识

(一) 遗传的概念

生物体能繁殖同自身相似后代而世代相传的本能，称为遗传。所谓龙生龙，凤生凤，老鼠生来会打洞就是遗传现象。毛皮动物狐生狐，貂生貂，貉子生出的还是貉也属遗传现象(图 1-1)。

遗传的实质是生物体把遗传物质复制、传递而使生命循环的过程。



图1-1 狐(左上)、貉(右上)、貂(下)繁殖各自相似后代

(二) 遗传物质

生物起始都是从1个细胞发育起来的,细胞核内染色体的主要成分脱氧核糖核酸(简称DNA)即为生物的遗传物质(图1-2)。DNA是英文Deoxyribonucleic acid(脱氧核糖核酸)的缩写,脱氧核糖核酸又称去氧核糖核酸,是染色体的主要化学成分,同时也是组成基因的材料。有时被称为“遗传微粒”。遗传信息就存在于DNA的化学结构之中。构成DNA的单位是核苷酸,许许多多的核苷酸连接成1个长的双螺旋结构,构成DNA的巨大分子。DNA的两条长链由

两个碱基通过氢键连接在一起。DNA重要功能自我复制,从而传递遗传物质和遗传信息。

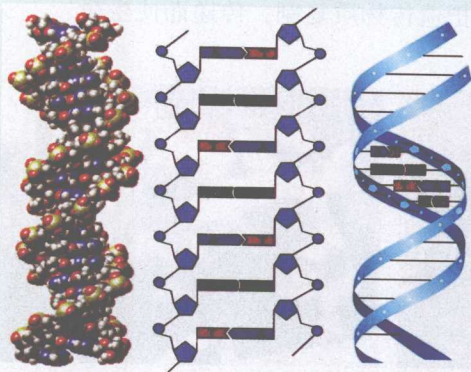


图1-2 DNA形态
(左)和结构(右)

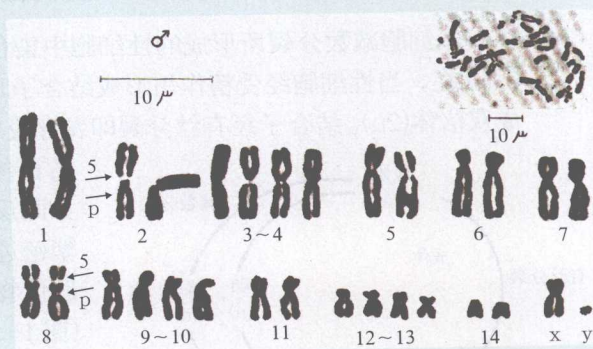
DNA复制过程首先是把螺旋双键解开,再按照碱基连接规则连接1个新链,形成新的双链螺旋DNA分子,并由1个DNA分子复制成2个完全相同的DNA分子。通过这一过程把遗传信息传递给新的DNA分子。如果在传递中发生碱基排列顺序等变化,就会发生变异,也就是产生突变。

(三) 染色体

1. 染色体的形态

DNA分子在细胞核中同蛋白质结合在一起，构成染色体，故染色体成为遗传物质DNA的载体。每种动物都有固定数目的染色体。如水貂的染色体共30条，分成15对(图1-3)；银黑狐为34条，分成17对；北极狐48条，分成24对；貉56条，分为28对。遗传学中用“ n ”代表染色体的对数，用“ $2n$ ”代表染色体的条数。每1对染色体的2条染色体称为同源染色体。其中有1对同源染色体大小不同，起决定性别的作用，称为性染色体($x \cdot y$)。其余 n 对同源染色体大小和形状均完全相同，称为常染色体。

图1-3 雄性水貂的染色体



2. 染色体复制、传递和循环

染色体同DNA一样亦有自我复制的功能。细胞分裂过程中形成体细胞和性细胞2种不同类型。动物体细胞增殖分裂和其在性器官中分裂成性细胞时，是完全不同的2种分裂

方式。体细胞增殖分裂时，首先是自身复制，然后一分为二。分裂后各细胞中的遗传物质(染色体)是相同的，称为有丝分裂。而体细胞分裂成性细胞时，体细胞中遗传物质(染色体)被均分到2个性细胞中，称为减数分裂(图1-4)。

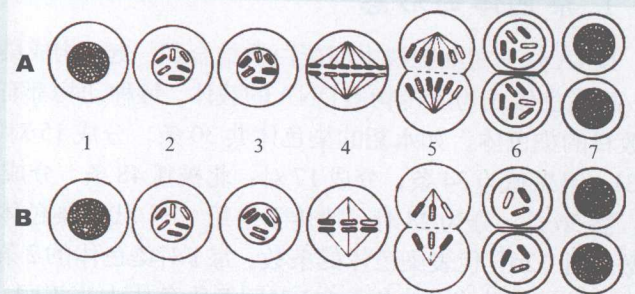


图1-4 细胞的分裂方式

A. 体细胞、有丝分裂 B. 性细胞、减数分裂

体细胞减数分裂所形成的性细胞中染色体均呈单倍体(n)存在，当性细胞经受精作用形成结合子时，染色体配对成双倍体($2n$)。结合子经有丝分裂即发育成成体，体细胞中

染色体仍为双倍体。如此反复不止，通过繁殖过程实现生命和遗传物质的周期循环(图1-5)。

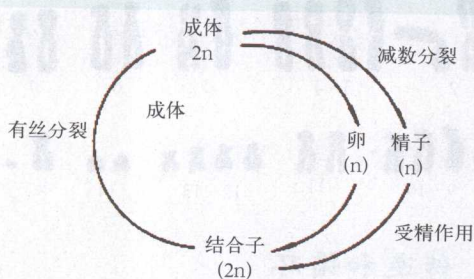


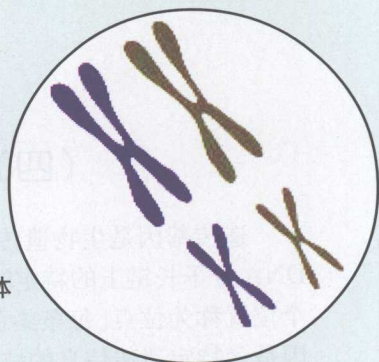
图1-5 染色体周期循环

3. 同源染色体和异源染色体

形态和结构相同的1对染色体，称为同源染色体。1对

染色体与另1对形态结构不同的染色体，则互称为非同源染色体(图1-6)。

图1-6 同源染色体



同源染色体1条来自母方，1条来自父方。或者说在减数分裂时，互相联合的2条染色体，分离到不同配子中，通过受精作用再重新联合组合。

4. 染色体变异

染色体有时在复制过程中也会发生一些变异，变异后染色体上的基因也随之变化，因而遗传上会出现变异现象。

染色体的结构变化包括缺失、重复、倒位和易位现象(图1-7)。

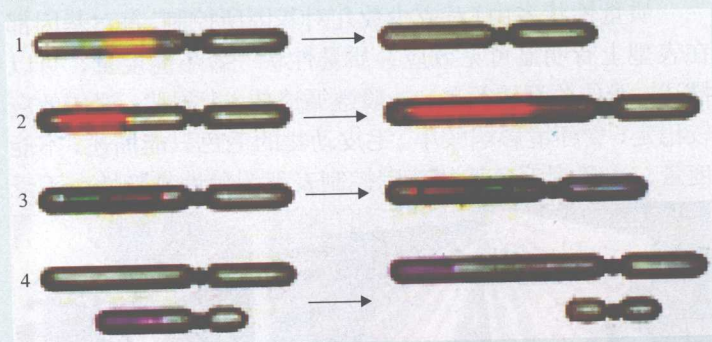


图1-7 染色体结构所发生的变异

1. 缺失(缺失中间黄色所示的一段)
2. 重复(中间红色所示的一段重复)
3. 倒位(绿色与红色所示的一段倒转 180°)
4. 易位(下面较短染色体蓝色的一段移接到上面较长的一条染色体上)

（四）遗传基因

遗传基因是生物遗传中最基本和最小的功能单位，是DNA分子长链上的特定的区段，占有1个特定的位置，这个位置称为位点。每条染色体上都有几百至上千个基因。基因是含特定遗传信息的核苷酸序列，本身具有遗传信息，也是遗传信息的载体。

（五）遗传性状

性状是指生物体(细胞)所有特征的总和，或指生物体的任何可以鉴别的表型特征。由遗传基因所控制的性状称为遗传性状。主要分为质量性状和数量性状。

1. 质量性状

质量性状多由1对或少数几对基因所控制，每对基因都在表型上有明显可见效应；质量性状一般不能度量，可以描述；遗传关系较简单，一般遵循遗传3大规律；遗传效应较稳定，受环境影响较小。毛皮动物的毛色只能描述，不能度量，主要受毛色遗传基因控制表现为显性或隐性，不受



图 1-8 毛皮动物毛色属质量性状

1. 水貂皮 2. 狐狸

环境的影响，故属于典型的质量性状(图 1-8)。

2. 数量性状

毛皮动物除毛色性状外还有许多需用数量来表示的其他性状，如体重、体长，针毛长度、密度、细度，繁殖力(包括公母兽配种能力、母兽胎产仔数、仔兽成活率)等。这些性状在群体中的变异是连续而不是截然地归为明显差别的类别。这种性状称为数量性状。其具备如下一些特点。

(1) 数量性状的连续变异 如银黑狐体长的表型值为 55~81 厘米，但在群体中 65~68 厘米的数据最多。其分布规律是最长和最短的个体最少，中间状态的逐渐增多，而以接近体长平均数的个体最多，呈两头小、中间大的分布，称为正态分布(图 1-9)。

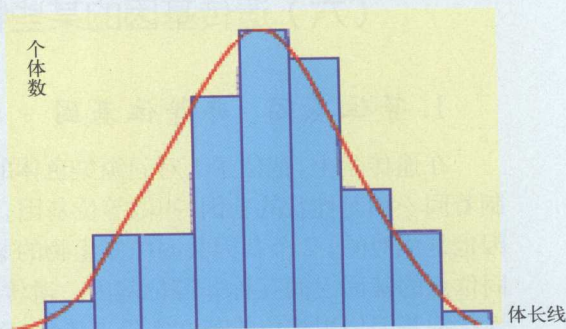


图 1-9 正态分布曲线

(2) 后代分离的特点 如果把数量性状有明显差别不同类型或个体杂交，所得到杂交一代往往表现为中间类型，而不像质量性状那样表现为显性或隐性。如芬兰北极狐与地产北极狐杂交，杂交个体接近于双亲平均数，且个体间差别不大。但杂交一代横交，杂交二代就会出现较大差异幅度，体重、体型都会呈现出由小至大的连续变化。

(3) 数量性状和环境的关系 数量性状是基因和环境

条件共同作用的产物。在数量性状变异中，由基因变异的部分可以遗传，而由环境条件影响的部分未能影响到基因型变异时，则不能遗传。故在数量性状遗传的研究中要进行遗传力的估计，就是为了达到这个目的。

(4) 数量性状由多基因所决定 数量性状受微效多基因控制，基因型非常复杂，很难区分是显性基因还是隐性基因，也很难通过表现型来判断其基因型。但它们的效应是可以累加的。数量性状易受环境的影响，所以必须应用生物统计和数量遗传原理，从性状的表型值排除环境的影响，求出性状的遗传参数，来估算种兽的育种值。

(六) 遗传基因的某些特点

1. 等位基因、非等位基因

在遗传学上，把位于1对同源染色体的相同位置上，控制着同一相对性状的基因，叫做等位基因。同一位点上的基因也是成对的，2个基因共同控制生物的某种遗传性状。不同位点的基因之间互称非等位基因。遗传学上决定于质量性状的基因均用相应的英文字母来代表，称为基因符号。

2. 纯合基因、杂合基因

1对基因中的2个基因对遗传性状可以产生相同的效应，也可以产生不同的效应。当1对基因的效应相同时称为纯合，基因符号的字母相同，如咖啡色水貂为cc、标准色水貂对应为CC，均属纯合。效应不同时称为杂合，基因符号字母不同。如标准色水貂与咖啡色水貂杂交后代则为Cc，

属杂合。显性白SS(纯合)与标准貂ss(纯合)杂交后代黑十字貂则为Ss, 亦属杂合(图 1-10)。



图 1-10 毛色基因的纯合与杂合

3. 显性基因、隐性基因

(1) 显性基因 控制显性性状发育的基因。在 2 倍体生物中, 杂合状态下能得到表现的基因, 称为显性基因, 通常用 1 个大写的英文字母来表示。显性基因常能形成 1 种有功能的物质(如酶), 而它的隐性等位基因则由于相应的核苷酸发生了突变而不能产生这种物质, 所以在杂合体中只有显性基因能表现出正常的功能。通常情况下隐性基因被遮蔽。如标准水貂(PP)对应银蓝色水貂(pp)属显性基因, 其杂交后代基因为杂合型(Pp)。但表现型只是标准貂显性基因的毛色(图 1-11)。



图 1-11 毛色基因的显性和隐性

(2) 隐性基因 显性白水貂(SS)与标准貂(ss)杂交, 后代亦为杂合基因(Ss), 但表现型为黑十字貂。故对应于标准

貂而言,显性白水貂为显性基因,标准貂则为隐性基因(图1-10)。

当等位基因的1对基因必须是相同效应时(纯合),才能显现该基因所控制的某种性状,这种基因称为隐性遗传基因。其基因符号用英文小写字母表示。如银蓝色水貂的相同位点基因为pp,咖啡色为bb,蓝宝石水貂为aapp等均为隐性。

4. 基因突变

突变在生物学上的含义是指细胞中的遗传基因(一般指DNA或RNA)发生永久的改变。原因可以是细胞分裂时遗传基因的复制发生错误,或受化学物质、射线或病毒的影响。

基因的突变实质上并不是基因数量和类型的改变,而是基因组合和位置改变所造成。其与染色体的变异是一致的(图1-7)。

突变通常会导致细胞运作不正常或细胞死亡,甚至可以在较高等生物中引发癌症。但同时突变也被视为物种进化的推动力,不理想的突变会经选择过程被自然淘汰,而对物种有利的突变则会被累积下去。中性的突变对物种没有影响而逐渐累积。

5. 基因的多效性

1个基因往往并不是只对1种性状发生作用,而是能产生多种效应。基因的多效性有些是有益的,而有些是有害的。有害效应往往会表现出遗传性疾病或缺陷(如胚胎致死、胎儿脑水肿、无毛、棉毛、耳聋、弱视、歪颈等)。