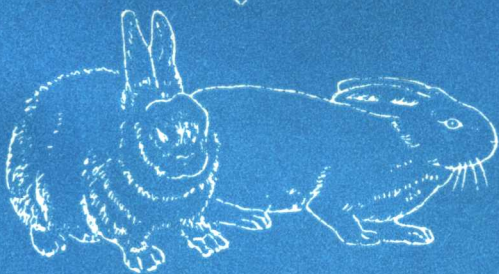
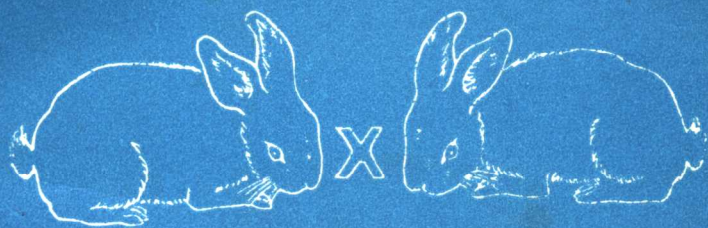


家兔的遗传与育种

JIATUDEYI CHUANYUYUZHONG



江苏科学技术出版社

家兔的遗传与育种

林孔 大佩 光兰 编

江苏科学技术出版社

家兔的遗传与育种

林大光 孔佩兰 编

出版：江苏科学技术出版社

发行：江苏省新华书店

印刷：淮 海 印 刷 厂

开本 787×1092 毫米 1/32 印张 6.625 字数 140,000

1984 年 10 月第 1 版 1984 年 10 月第 1 次印刷

印数 1—4,500 册

书号 16196·161 定价 0.65 元

责任编辑 张士冷

前 言

饲养家兔的经济收益较高，尤其因为它的个体小，饲养所占的面积少，而且饲料也容易解决，所以是一种颇为理想的农村家庭副业。

近几年来，随着养兔数量的增加，人们开始重视兔种品质的提高，以求用最低的成本获得最高的盈利，并为国内、外市场提供数量更多、质量更好的各类兔产品，首先在有条件的地区开展了家兔的育种工作，今后随着生产的发展，家兔的育种工作必然会越来越普及，并将逐步深入，从而推动我国养兔业进入一个新的时期。

为了配合育种工作开展的需要，我们受江苏科学技术出版社的委托，编写了《家兔的遗传与育种》一书。由于考虑到国内大多数地区才开始、或尚在筹划家兔的育种工作，有的虽然已建立了种兔场，但条件还不完备，因此在本书中所介绍的育种方法尽可能结合当前的水平，使之能在实践中得以应用。当然，为了使读者对育种知识有比较完整的概念，我们也介绍了一些在目前情况下还不一定能用得上的、而当育种水平提高后必须使用的方法，如后裔鉴定、品系繁育以及育成杂交等，但只作一般性的叙述。

育种方法，只是叙述了在育种实践中“怎么做”的问题。为了帮助读者了解为什么要这样做；当条件发生改变后该怎么办等问题，我们在本书中用了一定的篇幅介绍家兔育种的理论基础——遗传学的一些基础知识。在编写家兔若干性状

的遗传时，我们花了大量时间收集了有关家兔的毛色和毛的形态的遗传变化以及一些遗传性缺陷和疾病的资料，这与家兔的育种有关，也希望对实验室工作者有一定参考价值。

由于我们的水平有限，有错误和不足之处恳切希望读者批评指正。在本书编写过程中得到我们的老师——江苏农学院家畜遗传育种教研组平福增教授的指点，特此表示感谢。

编 者

一九八三年十二月

目 录

第一章 家兔的生物学特性	1
一、外形特征.....	1
二、生活习性.....	2
三、生理特性.....	4
四、繁殖特性.....	5
五、生长与发育.....	7
六、兔毛的生长与脱换.....	8
第二章 家兔的品种	12
第一节 家兔的分类和起源驯化.....	12
一、兔的分类.....	12
二、兔的起源和驯化.....	13
第二节 品 种.....	14
一、毛用兔品种.....	15
1.安哥拉兔 2.英系安哥拉兔 3.法系安哥拉兔 4.德系安哥拉兔	
5.全耳毛兔	
二、肉用兔品种.....	16
1.比利时兔 2.新西兰白兔 3.加利福尼亚兔 4.弗利密许巨型兔	
5.波兰兔 6.垂耳兔	
三、皮用兔品种.....	18
1.力克斯兔 2.青紫蓝兔 3.银狐兔 4.贝韦伦兔	
四、兼用兔品种.....	20
1.德国花巨兔 2.日本白色兔 3.喜马拉雅兔 4.中国白兔	

第三章 遗传的基本规律.....22

第一节 因子分离定律.....23

- 一、性状的分离现象.....23
- 二、几个基本概念.....25
- 三、性状分离现象的解释.....29

第二节 因子独立分配(自由组合)定律.....33

- 一、性状的重组现象.....33
 - (一)两对相对性状的重组.....34
 - (二)多对相对性状的重组.....35
- 二、对性状重组现象的解释.....36

第三节 连锁和交换.....39

- 一、连锁定律.....40
 - (一)连锁遗传现象.....40
 - (二)连锁遗传的实质.....41
- 二、连锁遗传中的性状重组.....42
 - (一)染色体.....42
 - 1.染色体的形态结构 2.常染色体和性染色体
 - (二)染色体在减数分裂中的特殊行为.....45
 - (三)不完全的连锁遗传.....49
 - (四)连锁和交换定律的实践意义.....51

第四节 基因的几种作用型式.....52

- 一、不完全显性作用的遗传型式.....52
- 二、两对基因相互作用的遗传型式.....54
- 三、有害基因和致死基因.....56
 - (一)表现形式.....56
 - (二)遗传病害的防止.....58
 - 1.概率简述 2.无效假说和显著水准 3.有害基因和致死基因的检验
- 四、多基因性状的遗传.....66

(一)质量性状的遗传——修饰基因	66
(二)数量性状的遗传	67
1.基因的效应 2.遗传力的概念	
第四章 家兔若干性状的遗传	76
第一节 兔毛的遗传特性	76
一、兔的毛色遗传	76
(一)毛色的形成	76
(二)毛色的遗传	77
二、被毛形态的遗传	82
第二节 外形的遗传	85
一、体格大小的变化——侏儒兔	85
二、耳朵姿势的变化——垂耳兔	87
三、眼睛的变化	88
四、牙齿的变化	90
五、四肢的变化	92
第三节 家兔的遗传性疾病	95
第四节 家兔的抗病力和抗药力的遗传	98
一、家兔抗病力的遗传	98
二、抗药力的遗传	99
第五章 家兔的选种	109
第一节 家兔的性能评定	109
一、生长发育的评定	109
(一)生长发育的一般概念	109
(二)生长发育阶段的划分	110
(三)生长发育的评定方法	112
1.称重和体尺测量 2.生长的计算	
二、外形鉴定	117

(一)鉴定的项目和要求	117
(二)鉴定的方法	119
三、生产性能的评定	121
(一)产毛量的计算	122
(二)肥育性能的评定	123
四、繁殖力的评定	124
第二节 系谱鉴定	126
一、系谱的编制	127
二、系谱鉴定的方法	129
第三节 个体鉴定	131
一、百分制评定法	131
(一)评分标准的制定	132
(二)评分鉴定	135
二、指数选择法	136
(一)选择指数的制定	136
(二)指数选择的方法	138
第四节 后裔鉴定	140
一、后裔鉴定的意义和作用	140
二、后裔鉴定的具体做法	141
(一)选择与配母兔	141
(二)控制环境条件	142
(三)后裔性能测定	143
(四)种公兔的评价	144
第五节 综合鉴定	145
第六章 家兔的选配	147
第一节 表型选配	147
一、同型选配	147
二、异型选配	148

第二节 亲缘选配	149
一、亲交程度的分析	150
(一)罗马数字标记法	150
(二)近交系数算法	152
二、近交衰退及其防止	155
(一)近交衰退现象	155
(二)近交衰退的实质	157
(三)近交衰退的防止	160
第七章 家兔的繁育方法	162
第一节 本品种选育	162
一、本品种选育的意义	162
二、本品种选育的措施	163
(一)整顿兔群	163
(二)品系繁育	165
第二节 杂交繁育	168
一、经济杂交	169
(一)杂种优势的概念	169
(二)杂交方法	174
1.两品种简单杂交 2.多品种杂交 3.轮回杂交 4.国外在家兔经济杂交上所采用的其它一些方法	
(三)进行经济杂交时的几点注意	182
二、引入杂交	183
三、级晋杂交	184
四、育成杂交	186
第三节 家兔的繁育体系	189
第四节 家兔育种的组织和措施	190
一、家兔的育种组织	191
二、家兔育种的措施	191

三、建立种兔场的档案制度.....•193

第一章 家兔的生物学特性

一、外形特征

家兔属哺乳纲(Mammalia)兔形目(Lagomorpha)兔科(Leporidae)真兔亚科(Leporinae)。它的门齿发达,长在上腭的称为上门齿,上门齿共有两对,外面是一对大门齿,称为第一上门齿,紧贴第一对上门齿的内侧,有一对小的钉状小齿,称为第二上门齿。长在下方的称为下门齿,下门齿只有一对,兔的大门齿是终身生长不停的,并会发生遗传上的变化。无犬齿。向后是前臼齿,上颌共有6枚,下颌共有4枚。最后是臼齿,上下颌各具6枚,臼齿面宽,具横嵴,适于研磨草料。在第一枚前臼齿和门齿之间为无齿区,称为齿槽间隙。全部牙齿共计28枚。家兔虽有啮齿习性但不属于啮齿目,因啮齿目仅有4枚门齿,咀嚼时前后移动,而它属兔形目则有6枚门齿。在兔的上唇正中以一纵的深裂分为两半,形成豁嘴,容易露出门齿,便于啃咬东西,咀嚼时下颌左右移动。口边有长而硬的触须,有触觉作用。

家兔的眼球甚大,呈圆形,眼睛都有一定的颜色,它是由虹膜内色素细胞所决定的,与被毛颜色相配合,为品种特征之一。白化兔的眼球因虹膜内缺乏色素,由血管内血色透露,故呈粉红色。兔的两耳竖立高举,转动灵活,听觉灵敏,也有耳长而下垂的垂耳兔,兔耳的形状、长度和厚薄也是品种特征之一。

兔的颈下皮肤在大、中型母兔一般都具有皱襞，而公兔没有。当母兔生长至5~6月龄时皱襞已开始明显，皱襞越大而长，说明母兔皮肤松弛，年龄越大。

兔的胸腔较小，腹腔较大，胸腔的容积仅为腹腔的 $\frac{1}{4}$ ~ $\frac{1}{3}$ 。乳头一般有4对，位于胸腹部正中线两侧。最前一对在胸部。和前肢在同一水平线上，最后一对在后腿的腋前方，腹部有两对。每个乳头约有5条乳腺管开口。乳头细小，埋没在被毛丛中不易发现，待母兔分娩后需将乳头周围的长毛除去，便于仔兔吮乳。长毛兔在剪毛时要防止剪破乳头。

成年公兔有一对明显的阴囊，内藏睾丸，位于肛门两侧。公兔的阴茎在静息状态时伸向后方，其外面被覆有包皮。肛门两侧各有一无毛的浅凹陷部称腹股沟隙，鼠蹊腺的分泌物呈黄色，带有异臭味是一种皮脂腺，输出管即开口在这里。

兔的前肢较短，后肢较长，所以腰部较高，常用后肢来跳跃或站立，并能把重心放在后肢来使前肢进行活动。兔行走时不仅以脚趾触地，脚掌也部分着地。前脚有5趾，后脚仅有4趾，第一趾已退化。趾端有爪，爪异常锐利，为挖土、打洞、防敌的武器，爪的弯曲度越大说明年龄越老。兔的尾巴很短，有色兔的尾面及尾底毛色呈两种颜色，奔跑时尾向上翘，尾面和臀部相贴近。

二、生活习性

家兔在野生时代敌害很多，白天躲在洞中，到了夜晚才出来活动，所以家兔是一种昼伏夜动、胆小好静、不发叫声的动物。突然惊吵常会引起家兔神经紧张不安，致

使食欲减少，母兔拒绝哺乳。如果母兔正在分娩则会导致难产，使仔兔窒息死亡或者产生抓死、咬死小兔的恶劣后果。

家兔性情温顺，易于管理，以手摸抚头背会匍伏不动，仅有个别母兔在哺育期会发生咬人或抓人现象。两只同性兔从小到大同放一笼内，能和平相处不会发生斗架。惟分居后再合并在一笼内则咬架严重，如两头均为雄性较强的公兔，斗架时互不相让，并啃咬对方的生殖器，其结果必有伤亡事故。兔在一般情况下静悄悄地不发叫声，除非是遭遇敌害或幼兔的腿脚被陷入缝隙内拔不出来时，才发出尖锐的求援悲鸣。公兔在交配时会咕咕鸣叫向一侧卧倒，表示已射精完毕。母兔不发情或已怀孕再放入公兔笼内配种，母兔会发出咕咕叫声拒绝交配。

家兔的嗅觉特别发达，能辨别出这地方有无野兽经过、小兔是否自己生的以及饲料是否新鲜、有无怪味毒性等，所以采食时先用鼻嗅而后再摄取。视觉较为迟钝，近旁的东西也看不大清楚，全靠鼻子去嗅和用胡须去探触。但是听觉很灵敏，两耳高举转动，探测声音的方向，甚为机警，发现动静使用后足在地上拍击出声响，并作发怒之态，表示警告身旁的幼兔立即逃跑躲避。

家兔有爱清洁的习惯，每顿食后会用前爪清除面部残留的饲料，会用舌舔去体表沾湿的水分，保持体表的清洁和被毛的干燥。排泄粪尿有一定地点而不改变。饲料若被粪尿沾污后会拒绝食用。家兔是食草动物，喜欢采食鲜嫩的青草，树叶和块根等。在野生时代夜间活动性强，一般都是晚上出来觅食，经驯化后仍保持着这种习性，因此在晚上要加喂草料，以供家兔在夜间食用。

三、生理特性

家兔的正常体温是 $38.5\sim39.5^{\circ}\text{C}$ ，但不如其它家畜的体温稳定，夏季体温比冬季高 $0.5\sim1^{\circ}\text{C}$ 。初生仔兔没有调节体温的能力，能随着环境温度的变化而变化，冬季产仔如没有得到很好的保温条件，仔兔体温会很快下降而被冻死，因此仔兔巢箱内的温度应保持在 $30\sim32^{\circ}\text{C}$ 。成年家兔最适宜的外界温度为 $15\sim20^{\circ}\text{C}$ ，一般不低于 10°C 、高于 25°C ，温度过高除发生喘息外，会引起食欲、繁殖性能减低，如长时间处于 35°C 以上的气温，很易发生中暑死亡。在炎热的夏季须注意防暑降温，将长毛兔的被毛剪光可以帮助皮肤散热。

家兔体内血液总量为其体重的 $4.5\sim6.7\%$ ，血液循环一次的时间为 $4.25\sim10.4$ 秒。在安静状态下成年兔的脉搏次数每分钟为 $80\sim100$ 次，幼兔为 $100\sim160$ 次，在受惊或剧烈运动时则急剧加速。家兔的呼吸频率幅度较大，在适宜的温度和平静的状态下，成年兔每分钟为 $20\sim40$ 次，幼兔为 $40\sim60$ 次。据研究，外界温度由 20°C 升高到 35°C 时，家兔的呼吸数由每分钟 42 次增加到 200 次以上。兔对 CO_2 （二氧化碳）的耐受量要比其它家畜低得多，所以兔舍内要经常有新鲜空气流通，以减低 CO_2 的含量。有人研究，当空气中 CO_2 含量增加到 50% 时能引起一般家畜死亡，而兔舍内其含量达到 25% 时就会出现死亡，可见，兔对 CO_2 的耐受力比其它家畜低一倍。

家兔的唾液腺较发达，共有 4 对，即耳下腺、颌下腺、舌下腺和眶下腺，眶下腺一般哺乳动物都没有，是家兔所特有的一对腺体。兔是单胃食草动物，肠道总长度为体长的 10 倍，

饲料通过消化道的时间很长,至少 5 小时以上,有利于消化植物性饲料。它的盲肠很发达,长度与体长相近,好象一只发酵口袋,饲料在盲肠内经过细菌的发酵,使纤维分解利于消化吸收。它的消化道淋巴器官的结构和机能上与其它家畜不同之处,是在回肠与盲肠相接处,有一个中空、卵形且壁厚的器官叫圆小囊,由于它的囊壁粘膜上充满淋巴组织,所以又称“淋巴球囊”,它和盲肠末端的蚓状突都属消化系统的淋巴器官,并不断分泌碱性液,进入盲肠后可以中和有机酸,使肠道中保持着对微生物生活的有利环境和加强发酵作用。兔的消化机能是随着年龄的增加而加强,幼兔在哺乳期间消化道还趋于进一步发育完善,如果母兔分泌的乳量很少,迫使仔兔过早的吃饲料或不正确的饲养管理,都很易引起幼兔患消化不良或肠胃炎。

家兔有食自己粪便的习性,在鼠类也可见到。兔能排出两种粪便,一种是粒状粪,含水分约 50%,多在白天排出,约占总粪量的 90%。另一种是软粪,通常含水分 75%,多在夜间排出,兔不仅食软粪,也食硬粪,但多数是食软粪,食粪时间多半在夜间 23~3 时。食粪时兔提起两只前腿向外开张,头弯下来经过会阴到达肛门,当粪便还在肛门口时就被吃掉,并经过 20~30 秒钟的咀嚼再吞咽,每次食粪时间少的 1~2 分钟,多的 10 余分钟。软粪所含有的蛋白质、灰分和纤维素的成分与正常的盲肠内容物相似,并含有大量的微生物。兔的这一习性大大地增加了维生素 B 和 K 的摄取量,促进了饲料营养物质的再吸收。仔兔的食粪行为,一般在生后 18~22 天开始出现。

四、繁殖特性

公兔的睾丸在幼龄时位于腹腔内附着于腹壁,腹股沟终

身不封闭，睾丸能出入于腹腔，约在2.5月龄前后睾丸即可沿腹股沟管进入阴囊，一般在4月龄后可以产生精子。母兔为双子宫动物，它有两个完全分离的子宫开口。卵巢上的卵泡约在3月龄后开始发育，并能分泌雌激素，开始有发情现象，主要表现在举动活泼、食欲减少、后肢常叩击笼底板、阴唇红肿湿润、放入公兔笼内待公兔接近时，后肢会离地支起，臀部抬高接受交配。由于家兔是刺激性排卵动物，不经交配或注射激素，母兔不会自发排卵，因而不存在严格的发情周期。发情母兔如不配种则成熟的卵泡就在卵巢中逐渐老化、萎缩而被吸收。新的卵泡不断产生。在卵巢内经常是在前一批卵泡尚未完全退化时，后一批卵泡又接着在发育之中，所以母兔实际上不存在发情周期的变化，如果对无发情表现的母兔实行强迫交配，往往也能使母兔怀孕。母兔的排卵是在交配后的10~12小时，而精子则在交配后2~2.5小时就可到达输卵管的上端，如采用人工授精则需在刺激排卵后的5小时以内进行输精。家兔排卵后而未受精的会引起假孕，原因是排卵后黄体存在并能继续分泌孕酮所致，大约16天后黄体退化消失，孕酮分泌减少，假孕停止，母兔在假孕期间不会出现发情，卵巢内也没有新的卵泡成熟。公兔一年四季都可以交配，母兔的气味刺激公兔引起性欲，但是性欲强的公兔经过人工采精训练，即使不用母兔诱情，利用兔皮作台畜同样可以引起公兔射精。

家兔的繁殖期没有明显的季节性，全年可以发情配种，但是受胎率却与季节性有关。其中以3~5月份受胎率最高，7~9月份是高温和换毛期，公兔精液品质很差，故受胎率极低。家兔的怀孕期较短，平均为30~31天，每胎产仔平均6~7只，最高可达14只。母兔分娩过程很短，约经10分钟到一