

广州市 第二期

养鸡技术训练班讲义

主讲人：美籍养鸡专家许志俭先生

华农图书馆

广州市农业局 赠

一九八〇年二月

一九七八年九月

前 言

为发展养鸡事业，我市邀请美籍养鸡专家许志俭先生在指导建办广州市机械化养鸡场期间，在广州市举办的两期养鸡技术训练班讲授现代化养鸡理论知识和技术经验。为应学员以及省内外有关单位和专业人员的要求，我们根据两期养鸡技术训练班的讲授内容，分别整理编印成书，供读者学习和参考。

在第二期养鸡技术训练班授课的还有华南农学院牧医系老师，并蒙部分省外农业院校及科研部门的同志大力支持，作了专题报告。

我们在整编第二期训练班讲课记录稿过程中，考虑到《讲义》内容的系统性和完整性，对原讲授课题的顺序和内容作了适当调整和增删，并将华南农学院牧医系老师所授课题（除与第一期讲义类同的“鸡的解剖”一课之外）以及有关专题收编在内，并在课题之后冠以讲授同志的姓名，以资识别，最后辑成二十五讲，另附二篇专题。由于条件所限，书中插图，尽量减少。

由于我们的业务水平有限，缺乏经验，加以时间仓促，原稿整编之后尚未能全部经本人审阅，因此本书内容存在的错误和缺点在所难免，至希读者指正。

《讲义》整编小组

一九七九年十一月

目 录

第一讲	国外养鸡业生产近况与发展中国养鸡业生产的建议	(1)
第二讲	遗传学的基本知识	(6)
第三讲	鸡的育种	(29)
第四讲	鸡胚的发育	(47)
第五讲	受精率与孵化率	(53)
第六讲	种蛋的管理	(59)
第七讲	孵化厂及设备	(66)
第八讲	孵化厂的管理	(80)
第九讲	孵化机孵化的管理	(91)
第十讲	消化过程与新陈代谢	(102)
第十一讲	饲料分类、分析与评价	(110)
第十二讲	能量、蛋白质、矿物质和维生素	(116)
第十三讲	蛋白质饲料的代用品	(132)
第十四讲	抗菌素在养鸡业上的应用	(141)
第十五讲	几种主要饲料加工调制	(147)
第十六讲	饲料加工厂及其生产管理	(152)
第十七讲	种鸡的饲养管理	(157)
第十八讲	蛋鸡的管理	(167)
第十九讲	肉鸡的生产	(179)
第二十讲	肉鸡加工厂及其技术管理	(193)
第二十一讲	产品推销	(198)
第二十二讲	现代化鸡场的机构与管理方法	(207)
第二十三讲	机械设备与安装	(216)
第二十四讲	介绍鸡的几种疾病及其防治	(224)
第二十五讲	养鸡专业书刊和鸡的科研工作	(260)
〔专题一〕	鸡胚的早期发育	(266)
〔专题二〕	鸡胚发育与孵化条件的关系	(274)

第一讲 国外养鸡业生产近况与发展

中国养鸡业生产的建议

一、国外养鸡业生产的近况

要使中国养鸡业生产兴旺发达起来，而且能在国际市场上占一定的位置，首先一定要了解其他国家的生产情况。中国有句成语叫：“知己知彼，百战百胜”就是这个意思。

(一) 美国养鸡业生产的近况

1. 蛋鸡生产：根据美国最近所有农场的生产记录统计，1978年4月份美国的鸡蛋产量是459,400,000打，其中有34%供出口。四月份美国产蛋鸡数是276,600,000只，其中有18%是采用了人工强制换羽的停产鸡。四月份统计，批发商向鸡场收购，未经加工的鸡蛋价格为每打0.522美元，而冬季，一月份的收购价每打为0.66美元。其原因主要是因为每年4~5月份是鸡产蛋量最高的季节，大量鸡蛋上市销售，所以蛋价较低。而在冬季，鸡的产蛋量下降，市场蛋源缺乏，因而蛋价较高（上述价格，是大、中、小各级鸡蛋价格的平均值）。收购以后，批发商将这些鸡蛋卖给鸡蛋加工厂的价格每打是0.59美元，这样批发商把每打鸡蛋的价格提高了七美分，但这七美分并不是批发商的纯利润，因其中还包括要支付运费、杂支和工资一切开支。加工厂把鸡蛋加工处理后，直接卖给超级市场，再由超级市场出售给用户的鸡蛋价格每打是0.82美元。据四月份统计，蛋鸡的饲料价格每吨（2000磅）的售价是154美元，将鸡蛋的售价与饲料的价格相比较，出售一打鸡蛋，可以交换6.8磅饲料。1978年4月份，全美国孵出的蛋用雏鸡为51,400,000只。

4077/1新 0.154/2斤

2. 鸡肉生产：1978年4月份鸡肉产量是830,000,000磅，其中出口量占42%。从生产者那里收购的活鸡价格每磅是0.281美元，经屠宰加工后的鸡肉在超级市场上的售价每磅为0.461美元，肉鸡的饲料价格每吨（2000磅）为169美元。据四月份统计，全美国每周孵出的肉用雏鸡平均是74,400,000只。 7433.

3. 美国生产鸡蛋、鸡肉的情况分析

美国生产鸡蛋、鸡肉最多的十五个州的排列名次如下：

- | | |
|--------------------|--------|
| (1) ARKANSAS | 阿肯色州 |
| (2) GEORGIA | 乔治亚州 |
| (3) CALIFORNIA | 加利福尼亚州 |
| (4) NORTH CAROLINA | 北卡罗来纳州 |
| (5) ALABAMA | 阿拉巴马州 |
| (6) TEXAS | 得克萨斯州 |
| (7) MISSISSIPPI | 密西西比州 |
| (8) PENNSYLVANIA | 宾夕法尼亚州 |
| (9) MINNESOTA | 明尼苏达州 |
| (10) MARYLAND | 马里兰州 |
| (11) MAINE | 缅因州 |
| (12) FLORIDA | 佛罗里达州 |
| (13) INDIANA | 印第安纳州 |
| (14) VIRGINIA | 维基尼亚州 |
| (15) DELAWARE | 特拉华州 |

这里产量最高是阿肯色州，它的黄豆产量居世界之冠。第二位是乔治亚州，虽然它的黄豆产量并不算高，但是玉米的产量是最高的。加州的鸡蛋、鸡肉产量只占第三位，州内生产的饲料并不够用，要从阿肯色州和乔治亚州运入，但它高产的原因主要是因为加州的气候温和，冬季不冷，夏季不热，而且州内有几所有名气的农学院，对养鸡技术的研究比较彻底，从技术水平上来说，在美国是较高的。由于生产技术和管理水平较高，所以它的产蛋量和产肉量也很理想。第四位是北加罗林那州，它是盛产玉米的州。第五位是阿拉巴马州，这个州的黄豆、玉米都比较多。第六位是得克萨斯州，这个州以种植高粱著称，玉米只占少数。美国很多地方不使用玉米作鸡饲料，而使用高粱，玉米仅掺进一少部分。第七位是密西西比州，也是产玉米、黄豆粉的地方。从以上这个排列顺序可以看出，养鸡业发达的地方，都是气候温和、饲料原料产量很高的地方。有些甚至把饲料加工厂建在饲料基地里，这样使养鸡的成本大大降低。

(二) 其他国家养鸡业生产的近况

1. 鸡蛋的生产：下面介绍的是1978年的预算产量，这是根据1977年的产量而进行预算的，预算数字与实际数字的误差不超过4%。世界各国鸡蛋产量高低的名次排列顺序是：

- | | |
|--------|-------|
| (1) 美国 | 660亿个 |
| (2) 苏联 | 600亿个 |
| (3) 日本 | 317亿个 |
| (4) 西德 | 149亿个 |
| (5) 英国 | 140亿个 |
| (6) 法国 | 126亿个 |

- | | |
|---------|-------|
| (7) 西班牙 | 122亿个 |
| (8) 意大利 | 120亿个 |
| (9) 墨西哥 | 85亿个 |
| (10) 波兰 | 82亿个 |

2. 鸡肉的生产：除美国外，其它国家的数字统计并不十分准确，原因是由于一些小型养鸡场的产量不大，而且又不集中，所以统计上出现差异，故下面仅介绍1977年的统计数字。

- | | |
|---------|------------|
| (1) 美国 | 5,636,000吨 |
| (2) 苏联 | 1,640,000吨 |
| (3) 法国 | 929,000吨 |
| (4) 巴西 | 688,000吨 |
| (5) 西班牙 | 645,000吨 |
| (6) 加拿大 | 532,000吨 |

此外，其他国家的生产数量少，数字也不准确，故从略。

二、 对发展中国养鸡业生产的建议

(一) 从中国出口的肉鸡数字和质量，预测养鸡业的发展前途

最近，我了解中国出口到香港的肉鸡数字是相当大的。据1977年的统计，出口到香港的活鸡为31,574,300磅，价值为83,026,448元港币。香港只是一个有四百万人口的地区，在国际市场上，香港只是很小的一部分。假如中国能将鸡的产品远销到世界各地，换回更多的外汇，这对中国的经济发展意义重大。中国的鸡肉在香港的销售量这样大，一个重要的原因是中国的“三黄鸡”肉质幼嫩、味道鲜美，颇受欢迎。从运到香港的肉鸡数字来看，数量最多的，要算中国为第一位，美国是靠冻鸡翅、冻鸡胸和冻鸡腿等三种产品去争取市场的。目前，中国鸡种的缺陷是生长率慢，如能改变它的生长速度，生产周转快，就能提高产量和饲料报酬率。由此预见，中国肉鸡在国际市场上的销路是很大的，是很有前途的。

(二) 怎样发展中国的养鸡事业

发展中国的养鸡事业，我个人的看法要具备下述三个基本的条件：

1. 要培训大批的专业养鸡技术人材

有了大批技术人材，将来才可能适应大规模专业化、工厂化、自动化的现代养鸡业生产需要。经过训练的专业技术人员，不但要求具有独立的工作能力，能负责养鸡业生产的技术指导，而且要通过实践，反复钻研，提高业务水平，不断地为国家培训初级的技术人员。

2. 要了解中国目前饲料原料的产量，并做好计划生产

比如说，要清楚地了解中国黄豆、玉米、高粱的亩产和年总产量是多少？每年出口的数量是多少？国内工业生产和生活上耗用多少？还剩余多少可用作养鸡、养猪的饲料？这些数字是必须调查统计的，也是一个基础的工作。养鸡业的发展必须要有充足的饲料原料，决不能搞“无米之炊”，而要实行“计料饲养”。如果只有大批的专业人材而没有养鸡的原料，那么发展养鸡事业也只是一句空话。因此，要求有一个很好的发展饲料原料的计划。扩大饲料原料来源的办法很多。我认为第一应考虑的是开垦，多种植饲料，特别要多生产玉米和黄豆。如果种植的条件受到限制时，可以多作调查研究工作，并将个人的设想及时向上级领导反映。世界上养鸡事业比较发达的几个国家和美国养鸡业比较发达的几个州，它们饲料原料产量最高的要算是黄豆、高粱和玉米。因此，养鸡场必须设在盛产饲料原料的地区，实行就地生产饲料，就地加工，就地发展养鸡事业的办法，这是一个应该坚持的生产原则，只有这样才能达到高产、优质、高报酬、低成本的目的。目前，饲料运输费用越来越高，有时运输费用与饲料的价值相等，或者甚至更高。因此，实行大规模的养鸡生产，一定要考虑饲料的运输问题。第二是可以考虑进口饲料。这是在没有大量生产黄豆、玉米、高粱的情况下而需要考虑的一个问题。从国外进口饲料原料，把鸡养大后出口。但是必须坚持一个原则，就是要把进口的饲料原料的成本与鸡肉出售的价格相对比，如果认为合算，就可以采用。此外，还应该把关系到养鸡的技术管理等方面的问题加以全面考虑，必须计算得十分精细。总之，饲料是发展养鸡事业的基础，要求我们进行深入的研究，要有周详的计划，才能保证中国养鸡业的不断发展。

3. 要从事研究、育成中国自己的优良鸡种

发展养鸡业不能光靠引进外来的鸡种。原因有两个：一是外国可以随时停止鸡种的出口，二是外来鸡种的价格昂贵，耗费大量的外汇，要大量引进是不可能的。所以中国必须积极开展对鸡种的研究工作，几年之后，一定要培育出自己的鸡种。中国鸡的肉质鲜嫩，是世界上现有肉鸡种所没有的，这是一个极可贵的优点。目前世界上的肉鸡种基本上是美国的肉鸡品种，虽然外国的鸡肉营养价值也高，但缺乏了这种鲜嫩的味道。因此，中国必须对国家的优良鸡种加以选育，吸进外国鸡种生长快这个长处，引用外国鸡种与本地鸡种进行杂交，如第一代达不到理想的目的，可以进行第二代、第三代的选育工作，直至使育成的鸡种具有快的生长率，并保持中国肉鸡的味道为止。这样的鸡种就是自己独特的鸡种，这在国际市场上肯定是受欢迎的，销售量也一定很大。中国的鸡种有着悠久的历史，过去我对中国的鸡种没有研究，这次回来才了解这是一个很大的特点。我们应该充分利用自己的长处，并结合应用外国的先进技术，创造和发展自己的肉用鸡种。此外，中国还要开展对蛋鸡品种的研究。当前世界上的鸡蛋比鸡肉的消耗量高，这从上面所介绍的资料便可看出鸡蛋的产量比鸡肉的产量高得多。现在中国鸡的产蛋量并不高，可能开始时就要引进外国的鸡种，但几年以后，育成自己的蛋用鸡种，就可以不必引入外来的鸡种了。

具备了上述三点，即培训人材问题、解决饲料问题（其中包括维生素和药物的制造、供应问题在内）以及育成自己特有的鸡种问题。中国就有希望把养鸡业迅速地

发展起来，以后，大量的产品首先是满足国内的需要，然后才出口。鸡蛋和鸡肉对于我们这一代人十分需要，但更重要的是要考虑到下一代的需要。蛋白质营养对儿童的生长发育是很重要的，如果一个人在幼年时没有足够的蛋白质营养，那么，他的聪明和智慧将会受到限制。在不久的将来使养鸡业发展起来后，就可以生产出大量成本低、价格便宜的鸡蛋和鸡肉，这对于我们后一代人的生长发育，特别是智力发育有极大的帮助。

技术问题是一个容易解决的问题，过去很少机会学习外国的技术，现在有条件学习了，只要认真地重视一下，外国的先进技术是容易吸收过来的。因此，发展养鸡业生产的重要问题是上述三个条件，这三个条件是互相联系的，缺一不可。这是我个人对发展中国养鸡业的一些看法，仅供大家参考。

第二讲 遗传学的基本知识

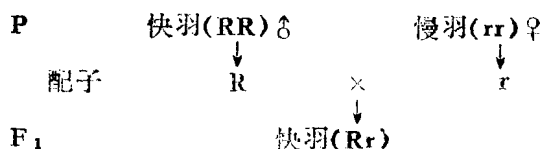
研究鸡的育种工作，必须首先了解遗传学的理论，然后靠自己的实践工作，找出其客观的规律来。

一、遗传的细胞学基础

所有的生物（动物、植物、人类），除极少数生物体是由单个细胞自己以分裂的形式进行繁殖发育外，极大部分的个体都是由一个二倍体的细胞——里面包含着 一半父亲、一半母亲的遗传物质在内的细胞发育而成的。也就是说，生物的亲代和子代间的联系是通过性细胞来进行的。我们把动物未受精前的性细胞称为“配子”，由两个配子（精子和卵子）结合后（即受精后）的细胞称为“合子”，合子通过细胞分裂而成为新的个体。

以鸡为例，鸡的羽毛生长快是由一对“快”遗传基因决定，这对遗传基因我们用“RR”来表示；羽毛生长慢是由一对“慢”遗传基因所决定，这对遗传基因我们用“rr”来表示。当公鸡母鸡性成熟后，产生出配子（精子和卵子），这些配子里只含有所研究性状的一个基因。例如长羽快的公鸡产生带有 R 基因的精子，长羽慢的母鸡产生带有 r 基因的卵子，以后通过受精作用，R 与 r 相遇时，存在于后代雏鸡中，恢复了基因成对的状态。

例如，用 P 代表亲本，以 F_1 代表子一代，那末如图示：



后代 (F_1) 中存在一个 R 基因与一个 r 基因，通常将 Rr 称为“杂合子”。

以后，后代 (F_1) 成熟，产生配子时成对基因的成员 (R 和 r) 分离。因此，公鸡的精子有两种，即 R 和 r，数目相等，母鸡的卵子也有两种，即 R 和 r，数目也相等。结合时 R 和 r 的精子与 R 和 r 的卵子是随机结合的，那末 F_2 (子二代) 的结合如下图所示：

		F ₂	
		雄 配 子	
雌 配 子		R	r
	R	RR	Rr
	r	Rr	rr

因此，F₁交配后，产生出来的F₂个体中的RR和rr，称为“纯合子”。就是说，本来二个杂合子的个体交配后，其后代中可以出现纯合子。

这就是杂合子与纯合子的关系。即本来是二个不同种的纯合子的个体，交配后的子代可变成杂合子；这些杂合子的个体交配后，其部分的子代能变成纯合子，是由于基因随机结合而造成的。

生物的遗传和变异依靠性细胞来联系。近代的遗传学是建筑在细胞学的基础上的。因此，为了便于认识和理解遗传和变异的基本规律以及遗传现象的物质基础等有关遗传学原理，首先介绍有关细胞学的基本知识。

(一) 细胞的结构

细胞是生活物质发展的高级阶段，机能分工和形态的分化使细胞具有较高的代谢水平，因而成为绝大多数生物共同的基本结构。一个典型的细胞是由细胞膜、细胞质、细胞器和细胞核组成的统一整体。

1. 细胞膜 (CELL MEMBRANE) 细胞膜是细胞表面由原生质特化而成的一层薄膜，其主要功能是：实现细胞与环境之间的物质交换；保护整个细胞避免细胞受到外界不良环境的袭击，保持细胞的形状；避免细胞内各种物质的离散。

2. 细胞质 (CYTOPLASM) 细胞内包围着细胞核的原生质称为细胞质，其结构非常复杂，细胞中透明而匀质的部分称为基质，在基质中还悬浮着多种大小不等、成分和功能各不相同的颗粒，称为细胞器。细胞质有帮助细胞进行各种功能的作用。

(1) 基质 基质是细胞质中没有特化的部分，其主要成分是可溶性蛋白和若干种酶，其中包括糖酵解酶和一些与氨基酸的合成和分解有关的酶，可见基质中有某些代谢作用在进行。

(2) 线粒体 (MITOCHONDRIA) 线粒体是细胞质内较大形的结构。普遍存在于各种细胞内，一般呈线条状、颗粒状或联珠状，常随细胞所处的环境条件和生理状态（如发育阶段、温度、氧的供应、饥饿等）的不同而改变。线粒体在细胞中可以发生运动，运动原因不明。它可以通过断裂增生，也可以从细胞中新产生。线粒体的作用主要是加速细胞内物质的氧化，释放能量，以供细胞活动之需。所以凡是消耗能量大的细胞（如精子），线粒体必定很多。故线粒体又有细胞的动力工厂之称。

(3) 高尔基体 (GOLGI APPARATUS) 又称为胞内器或内网器，在动物细胞中

普遍存在。通常呈网状，也有杆状、粒状或片状。当细胞代谢旺盛时较大，当代谢衰退时或细胞变老时就逐渐减小，以至消失。高尔基体的功能是对那些产自核糖体的蛋白质分子进一步加工，装添它们所需的各种碳水化合物分子，使之完全；它还承担制造细胞膜和溶酶体的工作。

(4) 中心体 (CENTROSOME) 中心体普遍存在于动物细胞和低等植物细胞内。通常是二个球形细粒，叫中心粒 (CENTRIOLE)，周围有一层浓稠的物质称中心球 (CENTRALS PHERE)。中心球的外围，有时有由微粒形成的放射状细线。中心体一般位于细胞核附近，常和细胞的运动或运动器有关。

(5) 质体 (PLASTID) 动物细胞没有这种结构。质体的形状不一，由于机能与颜色不同，可分为白质体、绿质体和杂色质体。质体能分裂，但也可能由线粒体转变成。分裂的质体称为分裂质体。

(6) 液泡 (VACUOLE) 普遍存在于植物细胞中，其内部充满透明而略带有粘性的液体，称为液泡液。液泡不但是养料或代谢产物的贮藏所，它还有生理上和生态上的重要作用。

(7) 含有物 除上述一些由原生质分化而来的结构外，细胞内还包含一些贮藏养料和代谢产物。它们位于细胞质内，但并没有参加细胞的代谢，这些物质总称为细胞的含有物 (CELL INCLUSION)。含有物的数量和种类，常随细胞的种类、发育阶段以及生理状况而有不同。

3. 细胞核 (NUCLEUS) 细胞核是细胞内呈现明显的球状、椭圆状或多种不规则形状的结构。构成核的原生质称为核质，其化学成分主要是核蛋白以及其他蛋白质、类脂、多糖、酶和无机盐（如钙盐、镁盐等）。核内的核糖核酸 (DNA) 决定着去氧核糖核酸 (RNA) 的合成，RNA 又决定着细胞质内蛋白质的合成。核是细胞内最重要的结构，它操纵着整个生物体的个性遗传（当然细胞质也有作用），决定遗传的大部分功能都是靠核内物质的作用。

(1) 核膜 (NUCLEAR MEMBRANE) 位于核表面的薄膜称为核膜，它是核质和细胞质之间的界膜。核内和核外的物质，在物理化学性质上以及代谢功能上具有一定程度的差别。核膜具有既能分隔又能沟通的结构，可以使核内外有可能同时进行着不同的但又是相互依存和相互影响的代谢过程。

(2) 核汁 (NUCLEAR SAP) 核汁是指核内的在显微镜下看不出任何结构的物质。

(3) 核仁 (NUCLEOLUS) 核仁是核内折光较强的颗粒状构造。核仁有合成好几种 RNA 的作用，其中有一种 rRNA 是组成核糖体的原材料。由于核糖体是合成蛋白质的场所，所以凡是正在大量合成蛋白质的细胞，都有特别大的核仁。

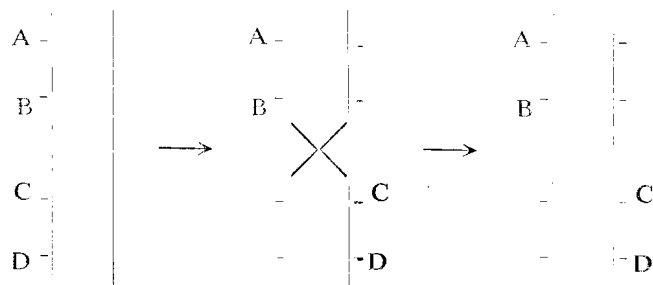
(4) 染色体 (CHROMATIN) 染色体是指细胞内，特别是经过普通方法的固定和染色以后，可以看到一些很容易染色的物质。绝大多数的 DNA 分子包含在染色体中。由 DNA、组蛋白、少量其它蛋白质、RNA、类脂、酶等有机地并合，形成了染色体，成为染色体的组成物质。

(二) 染色体的性质

染色体包括常染色体和性染色体两种。由于大部分的遗传性能在染色体上，所以染色体是很重要的。染色体呈现的形状和颜色，因细胞的种类、所处的生理状态以及所用的固定液的不同而异，这是因为染色体内存有遗传性能不同因素的结果。在显微镜下观察，可看到染色体呈一对一对地不规则排列，每对染色体在形态上非常相似，遗传学上称这些成对的染色体为同源染色体。每种动物的染色体数目是恒定的。如鸡有1对性染色体和17对常染色体，有时可能看到14对、15对；但当染色体分裂时，会很快地恢复到原来的数目，即出现17对的常染色体和一对性染色体。

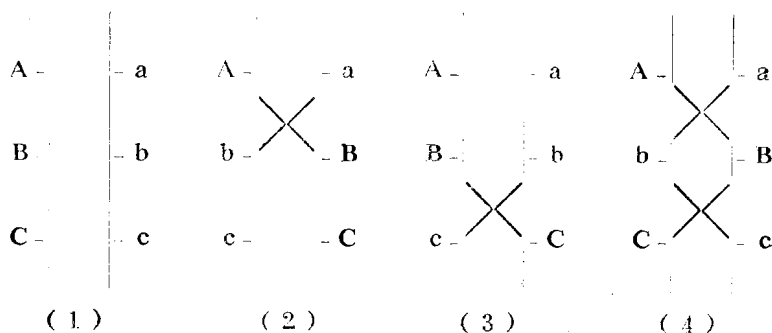
由于染色体的大小、形状和颜色都是不尽相同的，所以有些科学家开展以染色体的形状来决定其遗传性状的研究，但至今尚未得到完满的结论，目前仍在不断地进行研究。

每两条染色体都是呈一对一对的平行排列，由于生物化学的作用，常常会碰在一起，发生交换(CROSSOVER)。发生交换后的染色体上的基因改变了原来的排列情况，因而产生了后代遗传上的变异。交换的模式图如下：



遗传基因在染色体上有一定位置，不同的遗传基因在染色体上的位置不同，彼此保持一定的距离。以同一染色体上的四个遗传基因A、B、C、D来说，A、B、C、D之间的距离有远有近。据科学家研究，距离远的遗传基因的交换常常发生，距离近的遗传基因发生交换的情况不多。我们通常用二个遗传基因的交换值表示它们间的距离。这是遗传学上的特性之一。

染色体的交换通常有下列四种情况，如图示：



(1) 在正常的情况下，染色体成对平行排列时，称为非交换；

(2) 染色体交叉一次, 交叉点在A与B之间; 交换后左边是Abc, 右边是aBC, 属简单交换;

(3) 染色体也是交叉一次, 交叉点在B与C之间。交换后左边是ABc, 右边是abC, 也是属于简单交换。在遗传学上, 染色体这样交叉一次, 遗传性能可以有很大的改变;

(4) 染色体交叉二次, 交叉点在A与B、B与C之间。交换后左边是AbC, 右边是aBc。这种情况属于双交换。

染色体的交叉次数是不定的, 有的三次、四次、五次、六次……等等, 但有时不容易看出来, 如在显微镜下观察, 看到交叉多少次, 则可以用数学的方法计算出来。

(三) 细胞分裂

1. 有丝分裂: 一般的体细胞都是进行这样的分裂来增加数目的。有丝分裂通常都可分为前期、中期、后期和末期。这些时期的划分主要以细胞核内染色体的形态变化和分配为依据。

(1) 前期: 细胞核内染色体逐渐旋曲变短, 成为明显的染色体, 同时核仁逐渐消失, 最后核膜消失。此期又可以区分为下列各期:

①静止期: 细胞表面看来是静止的, 但是实际上内部的物质都在积极活动, 为分裂作准备。核处于代谢活动时期, 染色丝较长。

②早前期: 可见到每根染色体已分裂为二个染色单体, 相互扭曲。

③中前期: 染色体扭曲更紧变短, 染色体基质增加, 染色较深。

④晚前期: 染色体更短, 核仁逐渐消失, 可以数计染色体数。这时的染色体已具有双性: 每一染色体含有两个染色单体; 每个染色单体一般又含有两根染色丝, 这表明染色丝已经发生过分裂(即复制了自己)。但染色体上的着丝点还是成单个存在, 并没有分裂。如果细胞本来有中心体的, 现在它所含的两个中心球(如原是一粒的, 就先分为二粒)就彼此分开, 各位于细胞的一极, 并在中间形成纺垂丝, 组成纺垂体。

(2) 中期: 这是染色体分布在细胞赤道板上进行分离的时期。这时可以看到纺垂丝附着在染色体的着丝点上。一条纺垂丝连着一个着丝点。接着, 着丝点分裂, 结果每一根着丝点就被拉开, 分别向两极移动, 每个染色体的两根染色单体就彼此分开了。这样, 就完成了染色体的分裂。现在每一根染色单体已不再是半个染色体, 而是一个完整的染色体了, 它有自己的一个着丝点。

(3) 后期: 这是染色体向二极移动的时期。全部染色体分成相等的两组, 分别集中到两极。

(4) 末期: 这是细胞核重新组成的时期。染色体到达纺垂体的极部呈现聚合的现象。这时染色体变得长细些, 它们解除了盘曲的状态, 并失去了基质。它们的外围有新的核膜发生, 内有新的核仁发生。核分裂完成后, 纺垂体消失, 中心粒在核的一旁, 成为中心体。位于赤道部分的细胞膜向内凹入, 逐渐将细胞分割为二, 各含一个细胞核。

2. 减数分裂: 凡以有性方式繁殖的生物, 在生殖细胞(配子)成熟时都发生减数分裂。减数分裂是指染色体数目减半的细胞分裂。通过减数分裂产生出来的配子, 它的

染色体数目只有体细胞的染色体数目的一半。

减数分裂的特点是连续进行两次核分裂，而染色体只复制一次，所产生的配子，只有体细胞的染色体数目的一半。另一特点是前期特别长与变化复杂。两次分裂特征简述如下：

第一次减数分裂

1. 前期

(1) 细线期：染色形状逐步明显，细长如线，分散在整个核内。

(2) 偶线期：每对同源染色体开始并列配对，配对具有严格的选择性，而且很准确。配对时染色粒对染色粒，也准确地配合在一起。相配对的染色粒，在大小、形状上都相同，从两端开始发展到染色体的全长上。

(3) 粗线期：染色体缩短变粗，每条染色体分裂为两条染色单体，但着丝点还未分散，单体还在一起，故两条同源染色体看来象一股粗线，实为四根染色单体组成的一对染色体，又称双价体。

(4) 双线期：染色体继续变短，染色线的周围累积了一些基质，两条同源染色体开始分开，但分开不完全，仍有一处或几处保持接触，出现互相交叉现象，同时可能发生非姐妹染色单体间片段的相互交换。有人提出交叉地方是非姐妹染色单体间发生交换的结果，也就是说先有交换后交叉。

(5) 终变期：两条同源染色体仍有交叉联系，染色体变得更粗，染色线正在继续盘旋，基质增加很多。双价体开始向赤道板移动，纺垂丝开始出现。

2. 中期：核膜、核仁消失，双价体排列于赤道板上，两个同源染色体的着丝点逐渐远离，移向两极。

3. 后期：由于纺垂丝收缩，双价体中两条同源染色体分开，分别向两极移动，因此，每一极只得到同源染色体中的一个，故两个子细胞的染色体减半。

4. 末期：纺垂丝开始消失，核膜、核仁重新形成，接着细胞质分裂，形成两个子细胞。在这里应注意减数分裂的末期与有丝分裂末期的区别：减数分裂末期染色体只有体细胞的一半，但每条染色体具有两条染色单体，而有丝分裂末期染色体是没有减半，每条染色体只有一条染色单体。

第一次分裂末期后经过短促的分裂间期，即进入第二次分裂。

第二次减数分裂，比第一次简单，每根染色单体未经纵裂就排列到赤道板上，然后着丝点分裂，两根姐妹染色体彼此分开(成为独立的染色体)各向两极移动，到两极后，组成两个新核，最后细胞也分裂形成两个子细胞。在动物就是由次级精母细胞分裂为两个精细胞，次级卵母细胞分裂为一个卵子和一个极体(二极体)。

二、遗传的物质基础——基因

〈一〉基因位于核内的染色体上

根据遗传学的科学实验证明，基因就是这种具有遗传能力的遗传物质。现已证实，

基因是在细胞核内,按直线排列在染色体上。同源染色体上的基因数目次序和位置是相同的。两个同源染色体上相对的基因称为等位基因。基因是很微小的东西,所以目前的科学工作者仍未能准确说出全部基因的数目。在五至十五年前认为鸡只有200多个基因,而现在多数人同意的是鸡至少有750多个基因。任何一个生物体中的每一个细胞都有相同数量的染色体,并且也具有一样数量的基因。目前来说,染色体的数目可以了解,但基因的数目仍无法了解。例如任何品种的鸡,它们的常染色体都是17对,至于性染色体,摩尔根认为公鸡的性染色体是一对,母鸡的性染色体是一个。遗传最主要的物质是染色体和基因,目前科学家都企图把基因研究得彻底一些,但现在只能靠外表上的观察结果来进行推断,而进一步深入了解基因内部结构的全部情况就比较困难。

♀: 22. ♂: 20.

〈二〉基因是什么?

基因是控制性状遗传的功能单位,其化学组成是脱氧核糖核酸(简称DNA)。基因有多样性,有特异性,每一种生物都含有许多作用不同的基因。一个基因可以影响几种不同的遗传性状,这叫做基因多效性。某一性状不是受一个基因的影响,而是几个基因加起来的**多基因影响**,这叫做**多因一效**。

基因是很稳定的,生物的各种性状能借助基因的复制一代代遗传下去。这是基因在传递遗传性状上的相对稳定性。

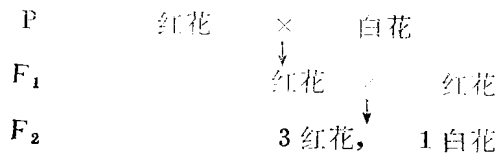
从遗传学研究知道,基因稳定性是相对的。基因可以发生突变,从而引起生物遗传性的突变,不过这种突变的机率很少。

三、遗传的基本规律

很早以前,希腊、奥地利和中国的历史上都有记载研究遗传学的人和他们的工作情况,但没有系统详细的报导。1850年,奥地利人孟德尔进行了红花豌豆与白花豌豆的杂交试验,通过十五年的试验和观察,终于找出了几个基本的遗传规律。1865年孟德尔在奥国布鲁恩自然科学协会上宣读他的豌豆杂交试验论文,但当时并没有引起学术界的注意,直到1900年他的试验结果才为三位植物学家在不同植物的试验中重新得到证实,因此现在把1900年重新发现孟德尔遗传规律看作是近代遗传学开端的标志。

〈一〉分离定律:

1. 孟德尔的第一个试验结果:将红花与白花豌豆进行杂交, F_1 全部是红的花,只发现与一个亲本相似的红花性状。结果如图:



F_1 自交得到 F_2 ，就有红花和白花两种类型出现，每4朵花中有3朵是红花1朵是白花，红花与白花的比例大致3:1。由此说明在 F_1 中白花性状并未消失，只是没有表现而已。因此，孟德尔把 F_1 出现的性状叫做显性性状，它的相对性状叫做隐性性状。在这个实例中，红花对白花就是显性性状，白花对红花来说就是隐性性状。

显性与隐性在遗传学上是最基本的概念。例如白羽的来航鸡与红羽的洛岛红鸡交配，子代有98—99%是白羽的（有时出现一些杂羽）。这是由于白羽将红羽隐住了。雏鸡表现出来的白羽称为显性，而未被表现出来的红羽称为隐性。这是羽毛颜色上的遗传现象，其它性状上的遗传也有这种现象，这里仅以羽毛颜色遗传为例子来说明显性与隐性的关系。

显性作用是相对的，它有作用完全、作用不完全和不存在等各种表现，所以不应该把它绝对化，而应进行具体的分析。例如黑羽毛的安德鲁逊鸡的公鸡与白羽毛的母鸡杂交：

P	黑羽	♂	×	白羽	♀
			↓		
F_1	深蓝羽		×	深蓝羽	
			↓		
F_2	1黑羽，	2深蓝羽，	1白羽		

F_1 的羽毛不是黑的，也不是白的而呈现一种深兰色的羽毛。 F_1 之间交配后，产生的 F_2 四个个体中，一个是黑羽，二个是深兰羽，一个是白羽，而形成的比例并不是3:1，而是1:2:1。

这里的遗传现象也可以用上述一对基因遗传来进行解释，只不过是 F_1 (Bb) 不表现显性罢了：

P	黑羽	BB	×	白羽	bb
			↓		
F_1	深兰羽	Bb	×	深兰羽	Bb
			↓		
F_2	1/4黑羽BB，	2/4深兰羽 Bb ，	1/4白羽bb。		

以后，又将 F_2 的深兰羽鸡与祖代的白羽鸡进行交配：

深蓝羽	×	白羽	$Bb \times bb$ 1:1
		↓	
1黑羽，	2深蓝羽，	5白羽	$Bb \rightarrow Bb \quad bb \quad bb$

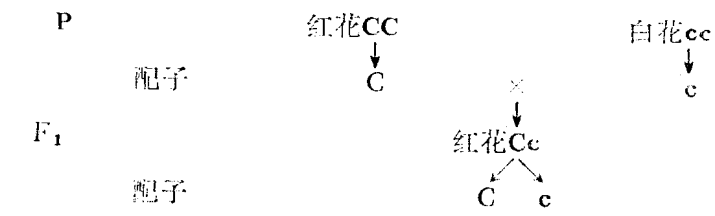
这样，产生出来的表现性状比例又不同了，各种性状的比例是1:2:1。

上述的变化也是属于分离定律的内容范畴。

2. 分离现象的解释：

以上述红花豌豆与白花豌豆的杂交试验为例，按照遗传基因的解释，可用大写的C表示红花基因，小写的c表示白花基因。纯的红花亲本具有成对的基因二份，即为CC；纯的白花亲本应为cc。在配子中遗传基因只成单个存在，故纯的红花的配子应只有一个C

的基因，纯的白花的配子只带一个 c 基因。这样，结合的 杂合子 (F_1) 应该是 Cc ，由于 C 对 c 有完全显性的作用，所以这个杂交 F_1 的花是红色的。但是，杂交的 F_1 产生雌雄配子时就不象亲本一样只有一种，而是有两种配子，即一种带有遗传基因 C，另一种带有 c，且数目相等，各占 50%，或成 1 : 1 之比。遗传上的分离实质也就是杂交种成对基因发生分离，形成两种类型不同而数目相等的配子。这在雌性配子和雄性配子方面都是一样的。由此可知，每一个配子在遗传组成上总是纯的，不是带有 C 基因，就是带有 c 基因。由于雌配子和雄配子各有两种，且数目相等，因此在 F_1 自交雌雄配子自由结合的条件下，带有 C 基因的雄配子，既能与带有 C 基因的雌配子结合，又能与带有 c 基因的雌配子结合，而且结合的机会是相等的；同样道理，带有 c 基因的雄配子与带有 C 或 c 的雌配子的结合机会也是相等的。那末，如下图所示， F_2 就出现四种组合。这四种组合归纳起来，实际上只有三种基因组合，即 CC 、 Cc 、 cc ，也就是有 $\frac{1}{4}$ 的个体带有 C 基因，有 $\frac{2}{4}$ 的个体带有 Cc 基因，还有 $\frac{1}{4}$ 的个体带有 cc 基因。由于带有 C 基因的个体表现为红花的显性性状，因此，带有 CC 基因的个体与亲本表现红花，带有 Cc 基因组合的个体与 F_1 一样也表现红花，而带有 cc 的个体则与白花亲本一样表现为白花。如果仅按表现不同性状的个体来划分，在 F_2 中，有 $\frac{3}{4}$ 为红花， $\frac{1}{4}$ 为白花，红花与白花成 3 : 1 之比。



以 F_1 自交，那么配子的组合如下表， F_2 的红花与白花的比例是 $\frac{3}{4}$: $\frac{1}{4}$ 。

F_2

		雄配子	
		C	c
雌配子	C	CC 红花	Cc 红花
	c	Cc 红花	cc 白花

3. 基因型与表现型

基因和性状是有区别的：性状一般不直接传给后代。我们在鸡的生殖细胞内找不到白羽和黑羽这些外表能观察到的性状；直接传给后代的是基因，即遗传的物质基础。因此我们应该区别遗传下来的与表现出来的两个概念。基因型 (GENOTYPE) 是指生物体一切遗传基础的总和，是存在于生殖细胞内肉眼看不到的东西，例如上述的 CC 、 Cc 与 cc 等；表现型 (PHENOTYPE) 是指在生物体外表上表现出来的性状，例如上述的黑羽、白羽与深蓝羽等。