

细胞遗传学上的新进展

张 万 佛

一、“因子”遗传发展到“基因”

俗云，“种瓜得瓜”，“种豆得豆”，“猫生猫”，“鼠生鼠”，这是自然界中的遗传现象和客观规律。关于这个遗传方面的问题，历来就有不少科学家研究过，并经历了漫长而曲折的过程。

达尔文和他以前的一些生物学家，对于遗传的理论都认为遗传不过是一个雌体和一个雄体受精之后，把两者亲体的血液和物质混合起来而已，没有什么深奥的理论，亦无规律可循。当时，孟德尔根据他八年的科学实验，提出了颗粒性遗传的概念，认为遗传的性状是由它的遗传因子所决定的。他用豌豆做实验，使高株豌豆跟矮株豌豆杂交，结果产生的杂种第一代(或称 z_1)全部是高株豌豆。然后把 z_1 ，即第一代的 z 代进行自花受粉，产生的第二代中，有些植株是高株的，有些植株是矮株的。为什么起初在“ z_1 ”代时矮株的特性不表现出来呢？孟德尔认为表现出来的高株特性叫做显性，不表现出来的叫隐性。后来在“ z_2 ”代(即 z 二代，孙一代)高的矮的都表现出来了，而且有一定的比例，即高株三，矮株一(见图1)。这又是什么道理呢？这

		精 子	
		D	d
卵 子	D	DD 高	Dd 高
	d	Dd 高	dd 矮

图1 z_2 代遗传因子配对示意图

里，孟德尔作了一个假定，认为豌豆的高株和矮株是一对相对的遗传因子，在细胞中是成对的；但是，在生殖细胞的配子中却成单的。这个事实后来被德国科学家博佛里的发现所证实。换一句话说，就是两种相对的遗传因子，在形成配子的时候会相互分离开来。孟德尔把显性的高株性状用英语大写字母 DD 表示，矮株性状用英语小写字母 dd 表示；纯高(DD)表现出高，纯矮(dd)表现出矮是不言而喻的，杂种 Dd 则同时包含高与矮的因子。这时，“d”即矮的因子就会被“D”即高的因子所掩盖，因为“d”的因子是隐性，而“D”的因子是显性。到 z_2 代时，高与矮的因子都各自分离到它们的卵细胞和精子中去，成为各自独立的性状。如果让

这些精子和卵细胞自由结合，可以有四种类型，即高高(DD)，高矮(Dd)，高矮(Dd)和矮矮(dd)。 z_2 代时，Dd 和 DD 表现均为高株，因为“d”与“D”在一起时“d”，为隐性，不表现出来，只有当“dd”同时存在时，才表现出矮的特征。

三高一矮比例的发现为以后遗传学的研究提供了非常重要的依据。至于“因子”究竟是什么东西，当时一般人也弄不清楚，不过正当孟德尔在研究豌豆遗传规律的时候，由于显微镜已经相当发达，因此，对于生物学中的细胞结构有了进一步的认识，这对遗传学的发展是有利的。科学家借助显微镜观察到细胞核中有一种染色体的东西，仔细看去，染色体上还有一连串的小珠状东西，就象一条绳索上打了很多结似的。丹麦植物学家约翰逊在《精密遗传学原理》一书中首次提出基因是遗传单位的概念。

二、遗传的物质基础

嗣后，不少科学家，如英国的贝特尔、荷兰的德伏里斯、丹麦的约翰逊、美国的摩尔根等遗传学家，特别是摩尔根和他的合作者在前人研究成果的基础上，创立了细胞遗传学，把比较多的精力放在研究染色体的基因上，不但发现生物体内具有基因的数目大大超过了染色体的数目；而且基因还有环连、互换和突变等现象；同时染色体还有种种畸形的变化。它的构造甚至对下一代是雌、是雄也起了决定性作用。继而，生物学研究者又从其他角度来研究细胞，结果，发现染色体主要的化学成分是核酸和蛋白质。过去，人们一直认为核酸、蛋白质中，蛋白质是主要成份；后来才明白，其中更重要的成份乃是核酸。核酸包括两类：一类是去氧核糖核酸(DNA)，另一类是核糖核酸(RNA)。大约在1960年左右，有人发现细胞内的DNA携带遗传信息，先转录给另一类特殊的RNA即信使核糖核酸(mRNA)。后者由细胞核进入细胞质，并在那里根据DNA的指令，指导着细胞质内各种蛋白质的合成。这一过程称为“中心法则”，可以概括成这么一个公式：



此外，从动物受精现象的研究中，发现精子与卵细胞结合时，精子只有头部进入卵内，其尾部留在外边。从构造上看来，精子的头部几乎全部被细胞核所占领。而

细胞核内的主要成分是 DNA, RNA 的成分极少;那么,受精卵受到精子的影响应该是细胞核中的 DNA 部分。另一个事实,就是有的科学家曾拿一个大肠杆菌噬菌体在电子显微镜下用示踪元素方法来试验观察。我们知道有些大肠杆菌噬菌体的化学成分是 DNA 和蛋白质。试验中,用示踪元素“ S^{35} ”来标记噬菌体的蛋白质,用“ P^{32} ”来标记核酸。然后,用此二元素侵染被寄生的细菌。结果,在细菌体内只找到“ P^{32} ”。因此,证明进入细菌体内的只是核酸部分,而蛋白质并没有进去。过了一个时候,又在菌体内找到了繁殖的子噬菌体。这个实验说明 DNA 是遗传的主要物质基础。

近年来,某些研究遗传学的人,把有关这些方面的知识连贯起来,逐渐形成了一种摩尔根遗传学派的想法,认为生物的遗传性状,主要是由细胞中的染色体即基因或 DNA 所控制的,至于细胞质的部分,也起一定的作用,但是处在被动、被控制的地位。

三、细胞遗传学的新进展

我国生物学家童第周等人和美籍科学家牛满江夫妇,多年来的合作研究,把细胞遗传领域内的某些问题推进了一大步。他们在辩证唯物论和毛主席哲学思想指导下进行科学研究,认为细胞的各种生命现象如生长、发育和遗传等,决不会仅是细胞内某种结构单独作用的结果,而应是细胞内的细胞核,细胞质等各部分结构在细胞这个统一体内,在外界环境条件的影响下,各种结构相互配合、相互作用的结果。他们在这种思想的指导下,进行了有意义的实验。

中国科学院动物研究所的科学工作者,对细胞核和细胞质之间的相互关系做了不少研究工作。他们通过细胞核移植实验,用金鱼胚胎的细胞核移植到鲫鱼的去核卵细胞质内,所得胚胎性状基本上类似鲫鱼;又用鲤鱼胚胎细胞的核移植到鲫鱼去核卵的细胞质内,结果获得了既似鲤鱼又似鲫鱼的核质杂交成鱼。实验证明生物的遗传现象,不单纯是细胞核的作用,而是细胞核与细胞质相互作用的结果,而且细胞质的作用不一定从属于细胞核的作用,它们之间是相互制约的。

1973 年到 1975 年,童第周等科学家又选择了金鱼和鲫鱼作为研究材料,更进一步地进行实验研究。他们从鲫鱼成熟的卵巢卵的细胞质中提取 mRNA,并将这些 mRNA 注射到金鱼受精卵的细胞质中去。他们的实验可分为两类:第一类是把鲫鱼成熟卵巢卵的细胞质中的 mRNA 分离出来,用极细而尖的玻璃注射针在显微镜下把它注射到金鱼的受精卵中去;同时又把另一些金鱼受精卵不作注射,然后观察其发育情况,以资比较;第二类是把鲫鱼的成熟睾丸的精子中的 DNA 分离出来(鲫鱼卵细胞中的 DNA 与鲫鱼精子核中的 DNA 的功能是一样的,因后者 DNA 含量较多,提取较方便,

所以用精子为材料)。用上述同样方法注入金鱼的受精卵内,同时也留一部分不注射的受精金鱼卵作比较。结果,发现注射 mRNA 的后代中有 33.1% 是单尾型的幼鱼,注射 DNA 的后代中有 25.9% 是单尾型的幼鱼;而作为对照的两组没有注射过核酸的受精卵所长成的金鱼, DNA 一组得出 3.2% 的单尾型幼鱼, mRNA 一组得出 1.7% 的单尾幼鱼。众所周知,鲫鱼的尾鳍是单型的,而且这个特征是属于显性遗传的因子。同时,金鱼是属于双尾型的,在天然饲养条件下如果品种不纯,少数子代会出现单尾型。实验证明,雄鲫鱼与双尾型的雌金鱼杂交时,杂交的后代全部表现为单尾型性状,而双尾型的金鱼自行交配时,即使品种不纯,所得后代主要也都是双尾型的。由此可见, DNA 和 RNA 同样都对金鱼遗传性状的变异有明显的作用。

1974 年,他们又把 DNA 和 RNA 诱导所得的单尾型金鱼进行自交,得到的结果是:用 DNA 处理的,单尾型占 38.3%;用 mRNA 处理的,单尾型占 39.6%。至于未经注射的对照组金鱼自交产生的单尾型仅占 3.8%。这些实验证明,受到 DNA 和 RNA 诱变的金鱼所产生的单尾性状已传给它们的后代了。

童第周和牛满江等科学家又将不同属的雄性鲤鱼跟雌性金鱼杂交,所有的子代,全部都是单尾鳍;又从鲤鱼成熟卵巢卵细胞质中提取了 mRNA,注射到金鱼的受精卵中去。结果在成长的金鱼中有 22.3% 由双尾鳍变成了单尾鳍,表现出鲤鱼的性状。他们还用生物化学方法研究这些鱼内脏的特征。他们用一种常被作为判断生物种类特征的乳酸脱氢酶电泳图谱作为标志,发现由注射过鲤鱼卵 mRNA 的金鱼卵发育成为金鱼的肝脏的乳酸脱氢酶图谱与鲤鱼或金鱼的都有不同,出现了类似于鲤鱼和金鱼有性杂交鱼肝脏的乳酸脱氢酶图谱的特征。这些结果说明,即使在鲤鱼和金鱼这样不同属的动物之间,细胞质内的 mRNA 对于遗传性状的诱变作用也是明显的,不仅能改变外形,而且也能改变内部器官的特征。

四、远缘杂交的展望

从生物学的角度来看,生物学的远缘杂交是比较困难的。大家都知道骡子是马和驴杂交而产生的,一般没有繁殖能力,因为马和驴是不同种的动物。现在,童第周等科学家既然能使不同属的鲤鱼和金鱼通过注射 mRNA 和 DNA,产生了外部形态和内脏特征变化了的子代,那么,核酸的注射能否对血统更远一些的动物的发育、遗传发生诱导作用呢?童第周和牛满江等又以极大的兴趣对两栖纲动物蝾螈和鱼纲的金鱼进行了试验。他们从美西蝾螈和加州蝾螈(两种不同物种的蝾螈)的内脏器官细胞中取出 DNA,注入到金鱼的受精卵内,结果,它的后代有 1% 的幼小金鱼的嘴角后面长出了棒状的平衡器。这种平衡器一般只有在蝾螈的幼体中才

能生长的。他们对金鱼嘴上长出的平衡器进行组织学鉴定，发现这种平衡器的内部结构和小蝶螈的平衡器是一模一样的。这个实验进一步证明了核酸对远缘动物的发育、遗传也有诱导作用。这对于利用人工方法

改造动物的性状，开辟了美好而广阔的途径，使我们有可能找到一些方法培育出符合人类需要的优良的鱼类、家禽、家畜以及农作物的品种来。同时，也有可能利用这种办法来消除危害人类的一些遗传疾病。