

细胞遗传学若干问题的探讨

李 汝 祺 编著

北 京 大 学 出 版 社

1 9 8 6

内 容 简 介

本书是作者根据本人在细胞遗传学方面从事六十年(1923—1983)教学工作的经验和体会编写而成。在编写过程中试图用“一分为二”的方法论证遗传学中若干个既是相互区别，又是相互联系的问题，并通俗而简要地阐明了细胞遗传学中的基本知识和基本概念。

本书可供广大生物科学工作者、高等院校生物系师生阅读参考。

细胞遗传学若干问题的探讨

李汝祺 编 著

责任编辑：邝宇宽

*

北京大学出版社出版

(北京大学校内)

北京通县向阳印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

787×1092 毫米 32 开本 4.25 印张 80 千字

1986 年 5 月第一版 1986 年 5 月第一次印刷

印数：0001—6,000 册

统一书号：13209·129 定价：0.75 元

前 言

这本小册子收进了作者从1982到1984年在《遗传》杂志里连续刊登的所谓“专论”九篇文稿，外加登在其他刊物的两篇论文，共十一篇文章。

所有这些文章都试图用“一分为二”的方法来论证若干细胞遗传学中的相互区别，又相互联系的问题。作者从1923到1983年整整六十年间，从事细胞遗传学工作。特别是从1927年起开始在大学教了这门课，他就不断地攻读和涉猎一定数量的古今中外有关这门课的讲义和课本。在这一过程中，多年的学习和教学的经验使他感到这些课本好象缺乏一些什么东西，需要进一步地澄清和补充，至少值得提出来进行探讨。

例如，在一些教材中，通常存在着“分述多于总合，罗列多于渗透”。显然，这种课本是既容易教，又便于记，因而受到教学人员的赏识。但是学过之后，学生往往只记得一系列互不相关的事实，却得不到“真正的知识”。因为这里正如托尔斯泰所说的：“知识只有当它靠积极思维得来，而不是靠记忆得来的时候，才是真正的知识。”一些教材不足之处，正是由于它缺乏对学者的积极思维的启发和指导。

又如，细胞遗传学在其发生和发展中，比起其他生物学科来或许较多的科学理论结合生产实际的地方。关于这一点，过去的一些教材贯彻得不够。这就难免要被别人指责，甚至我们自己有时也觉得这个学科有点理论脱离实际。这一问题的发生是可以理解的：编写教材的人多数是教学人员，

他们所熟悉的原始材料，不是来自室内实验，就是来自文献资料，而或多或少地漠视了这一学科与人类社会、生产实践的关系。但是，把这一问题提到哲学的高度来看，这里有一个“认识世界是为了改造世界”的问题。马克思主义认为：我们应该“从改造世界中去认识世界，又从认识世界中去改造世界。”所以，要掌握一个学科就必须经过认识与改造两个过程。这是发展任何学科的必由之路，当然也是发展细胞遗传学的必由之路了。

在这里顺便提一下，有些教材的著者由于好高骛远，在尽量地介绍当前这一学科新的成就和进展的同时，忽视了它的历史发展。对于原始的实验、启蒙的尝试却认为不足一提。这种割断历史的作法不仅使学生忘掉了“温故而知新”，而且更重要的是使他们错误地认为科学上重大成就仅仅依靠少数“天才”人物在短时间内的灵感和努力就行。这自然是不科学的，更不是辩证唯物论的。

最后，必须指出，过去的一些教材都着重于平铺直叙。在探讨问题时虽然也使用比较，但很少提到矛盾。尽管在比较中也有两个方面谁轻谁重的问题，但作者们不愿多谈对立统一中矛盾着的两个方面的相辅相成，以及在一定条件下的相互转换。

比方说，大家都给遗传学下了定义，说它是“研究生物遗传与变异的科学”，至于说遗传与变异的相互关系为何，哪一方面更为重要，人们却提得很少。同样的情况也存在于细胞有丝分裂与其减数分裂之间。这两种细胞分裂形式，不言而喻是细胞遗传学中带有关键性的问题。然而，如何把这两种分裂形式的相互关系以及它们与生物的遗传、发育和其进化等现象联系起来，往往是不够明确的。如此等等，不一而足。

足。

在这里回味一下古人常说的一些话，可能是有教益的，即“读书贵能疑，疑能启信。”又曰：“尽信书不如无书”。所有这些都告诉我们要从书中得到真正的知识必须通过思维和探讨。这本小册子的作者就是想把细胞遗传学中看到的一些问题提出来，和教这门课的人员以及作普及工作的一些同志共同商榷和研究。至于他个人对这些问题所发表的管见，只能看作是引玉之砖，供读者们批评指正，以利于他本人的学习。

作 者

一九八四年十一月

目 录

一、理论研究与生产实践.....	(1)
二、遗传与变异.....	(9)
三、材料与方法.....	(18)
四、孟德尔主义与发生遗传学.....	(26)
五、遗传信息与胚胎发育.....	(40)
六、生物遗传与个体发生.....	(52)
七、细胞分化与细胞分裂.....	(73)
八、有丝分裂与减数分裂.....	(82)
九、减数分裂与基因重组.....	(93)
十、细胞有丝分裂与细胞离体培养.....	(104)
十一、遗传学科与人类社会.....	(113)

一、理论研究与生产实践

过去一个时期，科学界有人曾经强调过理论研究的重要性，现在又有人强调科学必须为生产实践服务。这里是否有矛盾，如有矛盾，如何把矛盾的两个方面统一起来，似乎是大家都想弄清楚的问题。

单就遗传学来说，回顾一下它的发生和发展，对以上问题的澄清是有帮助的。在我国历史上虽没有人建立起遗传学这门科学，但在生产实践和社会实践的育种理论上，是富有成就的，没有这种理论指导很难想象劳动大众能培育出来驰名遐迩的家禽、家畜和作物的优良品种。关于这一点的具体实例是不胜枚举的，只是宣传的不够罢了。

欧洲遗传学研究者的先驱如孟德尔本人，他开始进行豌豆的杂交实验，虽说是遗传学理论的研究，但不能说与生产实践无关，因为豌豆品种本身就是当时当地的农民供给他的。上面说的是材料，至于方法也是当时育种学家正在使用的。孟德尔所在的时代和达尔文一样，正是欧洲资本主义社会制度上升的时代。当时的工农业生产实践的成就都走在科学理论的前面。畜牧业中家禽、家畜的育种工作，已取得显著的成就；作物的杂交和品种的改良也正在进行。要使这些工作取得进一步的发展，科学理论必须跟踪上来。孟德尔所研究的问题，是来自生产实践，也是在生产实践上迫切需要解决的理论问题。

为了证明这一点，让我们看一下历史的事实吧！当时德国的柏林科学院(Academy of Berlin)，荷兰在哈赖姆的

科学学会(Society of Science in Haarlem),从1819—1860年这四十多年间,先后都在悬奖征文,而论文的课题都集中在植物和作物的杂交育种和其理论上。获奖的名著如荷兰人 Gaertner 1838 年发表的论文,是孟德尔所熟悉的,并在孟德尔本人于1865年发表的而又被埋没了三十五年,但在1900年重新再为人们发现的论文中就曾提到了 Gaertner 的工作。而法国人 Naudin 于 1856 年发表的获奖论文,虽然发表时间比孟德尔的论文只早九年,并在内容上关于遗传性状分离现象的记录亦相当接近孟德尔的观察,却没有得到他的注意。

在这里会有人提问:既然本文强调了孟德尔的工作是合乎时代的要求,论文的发表应该马上会得到科学界的注意,那末为什么会被埋没了三十五年呢?这岂不是自相矛盾吗?我们说对于任何历史问题,都应该具体问题具体分析。上面说的孟德尔的工作合乎时代的要求是从历史的一般、从现在看过去、从整个人类的历史发展过程看问题的。这就是说孟德尔论文被埋没了三十五年不是没有其具体原因的。

首先,孟德尔在当时是一个科学界不知名的修道士。他工作的地点又是在奥国(现在的捷克)古老的布隆小城的修道院中,辛勤苦干了八年。如果说他有助手的话,也不外乎是修道院内的人员。幸而在布隆城有个包罗万象的自然历史博物学会,使他有机会把工作的结果做了简短的报告,并在该会的刊物上得到发表⁽⁴⁾。正是通过这篇文章,孟德尔的工作才在三十五年后被人重新发现。还有一件不大幸运的事,即他在完成豌豆杂交工作后被选为修道院的主持人,升为院长,又在城市里担负了其他为市民服务的兼职工作。所有这些使他没有时间把豌豆杂交工作继续下去。更加不幸的是,在他

后来进行的一些植物杂交工作中，他选用了山柳菊(*Hieracium* 属)作材料。这种植物经常出现精卵无融合生殖(apomixis)，即表面上象是有性生殖，但实际为孤雌生殖，其结果当然不能和他的豌豆工作协调起来，进一步地强化他所发现的遗传学规律。作为一个老老实实的科学工作者，孟德尔毫不掩饰地把山柳菊的杂交结果公布于世，其影响所及必然不利于人们去乐于接受对豌豆杂交的成就^[4]。这也说明在三十五年后，只是当三个国际知名科学家同时但在异地各自独立地重复了孟德尔的豌豆和其他植物杂交实验，并获得与孟德尔工作同样的结果，才使科学界毫不怀疑地把发现生物遗传的规律归功于原先最早发现的孟德尔本人。

至于说为什么直到1900年才有人发现孟德尔工作的问题，那也是有其历史原因的。大家也许已经听说，1983年12月11—21日在印度首都新德里召开了第十五次遗传学国际会议。人们自然会问这样的国际会议是什么时候开始的呢？第一次遗传学国际会议是1899年在英国伦敦召开的。值得特别注意的是，它是以“植物杂交工作国际会议”的名义召开的。参加会议的欧美科学工作者充分享受了他们自己培育出来的最美丽的鲜花和最适口的水果和蔬菜。而当时向大会介绍经验和获得大会的锦标及奖章的，也就是这些生产实践家。这说明时机已经成熟，使埋没了三十五年的孟德尔论文脱颖而出。翌年，果然有一些科学工作者投身于植物杂交工作，其中有一人，即德国的 Correns 和奥国的 Tschermak 使用了豌豆作材料，并得到与孟德尔三十五年前所发表的同样结果。这难道是事出偶然吗？

很可能在孟德尔遗传定律重新发现的鼓舞下，1902年仍然以“植物培育和杂交”的名义，在美国纽约召开了第二次国

际会议。当然参加会议的人们显然把孟德尔的工作列入植物培育和杂交课题之中。在会议中人们开始第一次使用象“等位因子”、“纯合子”等新的名词术语。四年后，1906年召开的第三次国际会议，开始时依然以“杂交和植物育种”的名义在伦敦召开，但在会议中间，当时的大会主席，英国的 W. Bateson 在发表他的演说时说：“我们大家所致力研究的新科学还没有一个正式的名称，我建议我们叫它为 ‘Genetics’”，即我们今天所译成的遗传学^[3]。原来在英文中就有遗传这个字如 Heredity 和 Inheritance，至今英文刊物和书籍名称仍在用，但作为一个国际通用学科名称的惯例，必须使用希腊或拉丁文。Genet 是一个希腊字根，原意是“出生”，也有“祖先”的意思；所以 Genetics 这个词的整个含意，是“出生”与“祖先”的关系，这与这门学科的内容甚为符合，并很顺利地就为大会所接受。因此在大会闭幕后就名正言顺地称那次国际会议为第三次遗传学国际会议了。此后每隔四、五年，当国际形势允许时，就召开一次国际会议，直到1983年的第十五次，都称为遗传学国际会议，而不再用植物杂交和育种等名义来召开了。关于这一问题，我们说了那么多，无非是证明遗传学作为一门学科，一开始就是生产决定的。这里讲的还只是发生的问题，现在让我们再看它的发展是否也是这样呢？

如果说遗传学的发生是由生产实践决定的，那末在它后来的发展上，在不同的方面，间接和直接地却正在促进生产实践。首先要看到孟德尔最大的功绩在于他指出生物所遗传的不是性状本身，而是它的遗传因子。换言之，遗传因子是因，性状是果。生物性状根本不会直接遗传，它是在遗传因子指导下发生出来的外显状态，而其因子却是一代复一代传

递下去的物质(或信息)基础。

孟德尔的工作被重新发现后,人们根据他所指出的遗传规律,对其物质基础的属性作了种种推测,并归纳出如下四种属性,即单位性、纯洁性、等位性及重组性。但这些属性的初次提出,并不是完全同遗传因子联系起来的。单位性寄托在性状中,即所谓性状单位(unit character),纯洁性指的是配子属性(gametic purity),只有等位性和重组性才是遗传因子的属性。这些名词已经不在现代遗传学教材中出现了,因为没有必要再作这种区别,因此所有这些属性都算是遗传因子的属性了。不过从遗传学的发展史看,这些概念却为我们对基因型与表现型的差别,对于动植物育种的生产实践是有很大帮助的,它给“后裔鉴定”(即以子代的表型来鉴定亲代的基因型)提供了理论基础和实际应用。

在孟德尔工作重新发现以前,生物学家对遗传的物质基础早就有种种推测,如达尔文的“泛子”(pangen)和德国细胞学家的“颗粒学说”(particulate theory)等,都曾在文献中出现过,但从抽象的概念变为生产实践中有用的东西,则需要有一个过程和科学理论进一步向前发展。美国的摩尔根和他的同事从1910年起对果蝇细胞遗传学的研究所做出的贡献,正是把散漫而抽象的遗传颗粒串连起来,建立和巩固了遗传的染色体学说,并把孟德尔的遗传因子物质化为细胞核内的染色体。这在遗传学理论的研究上是一个很大的突破。特别是这一学派用实验方法证明染色体上的基因的直线排列,对后来才知道的核苷酸在脱氧核糖核酸上以及氨基酸在蛋白质等大分子上的直线排列,为这三种物质的共线关系提供了预示。也正是遗传学近代的发展才把这三者结合到中心法则之中,这难道不是历史事实吗?

遗传的染色体学说对人们的生物育种实践，在许多方面所起的指导作用，是众所周知的。这里只提以下几项就可见一斑。人们从研究自然界多倍体和异倍体中逐渐走向人工培育多倍体和异倍体，创造新品种，增加了对病虫害的抗性，提高了作物的产量。我国育成的“小黑麦”就是具体实例。此外还有所谓染色体工程，把某些作物的染色体组加以革新和改造，替换掉某些染色体，填补某些新的染色体。即拿较近采取的育种方法来说，象从单倍体培养成正常的二倍体作物等等，能说没有得到细胞遗传学理论的帮助吗？

摩尔根学派在遗传学理论研究所建立的第二个里程碑，可以说是 J. H. 缪勒 (Muller) 等从二十年代到四十年代所开拓的理化诱变。这一科学理论的提出给予人类在生产实践中直接控制生物变异的手段。本文作者在 1980 年《百科知识》中所发表的“遗传与变异”一文中，曾提出生物变异的源与流的问题。生物变异的源指的是突变，而流便是重组⁽¹⁾。在这前提下可以看出，遗传与变异是辩证的统一。人们一旦掌握了诱发突变，实际上也就控制了遗传。在过去，遗传育种学家都是等待自然恩赐来获得突变。这就需要很长的时间或大量的个体繁殖，在空间和时间上造成很大的浪费。现在可以使用射线和药品，加速生物突变，提高突变频率，并在理化因素相互配合下，已有可能找到定向突变的途径。至少以生物诱变为开端，进一步地发展势必指向遗传工程的道路。如果略为夸大地说，缪勒理化诱变的发现已为后来的遗传工程播下了种子，也未尝不可。

大家试想一下，若是人们没有掌握诱变的手段，红色链孢霉的生化遗传就不能得到很快的发展。Beadle 和他的同事正是使用理化诱变手段，才有把握地从红色链孢霉中诱发

出大量的营养缺陷型(auxotroph),而通过这些缺陷型的遗传学分析,才使这些工作者得出“一个基因一个酶”的结论。不管这一结论是否为科学界普遍接受,红色链孢霉的工作的开展却使遗传学从真核生物进入原核生物。事实上,协同美国的 Lederberg 开拓细菌遗传学工作的 Tatum 就是原先协同 Beadle 开展红色链孢霉遗传学研究的生物化学家〔5〕。

原核生物遗传学的研究引向分子遗传学〔2〕。通过细菌,特别是大肠杆菌及其噬菌体的研究,才有可能使人们发现如 F^+ 因子的附加体,如 λ 之类的良性噬菌体以及如细菌体内抗药性的“质粒”(plasmid)。没有这些一系列连锁反应的发现,以及法国的 Jacob 和 Monod 对大肠杆菌操纵子的阐明,现代遗传工程的设想恐怕是不会这样快地被提出来的。时至今日,遗传工程已成为现实,它对工农业的生产实践的促进,如众所公认,将有无限的发展远景。

马列主义经典作家在《自然辩证法》中曾作出这样的精辟论断,即:“科学的发生与发展一开始就是由生产决定的”。这一论断是从十九世纪科学水平总结出来的。当时遗传学还没有发生,更说不上发展,但整个遗传学发生和发展的历史过程却证明这一论断的正确性。这正说明遗传学的理论是从生产实践中总结出来的理论,而这里的实践也必然是在正确理论指导下的实践。只有从这一观点来观察问题,才能看出科学理论的研究与生产实践的关系是对立统一和相辅相成的。

主要参考文献

- [1] 李汝祺: 百科知识, 10期, 52—56, 1980.
- [2] Demerec, M.: *Genetics To-day, Proc. II Inter. Congress of Genetics*, Vol. 2, LVIII-LXI. 1965.
- [3] Hadorn, E.: *Ibid.*, Vol. 2, LXIV-LXXII. 1965.
- [4] Iltis, H.: *Life of Mendel*, translated by Eden and cedar Palu, G. Allen and Unwin, London 1932.
- [5] Peters, J.A.: *Classic Papers*, Prentice Hall Inc, N.J. USA, 1962.

二、遗传与变异

“我们讨论问题，应当从实际出发，不是从定义出发。”如果从教科书中看别人是怎样给遗传和变异下定义的，然后按照它们的定义来考查它们之间的关系以及何者更为重要，往往是什么也没有搞清楚，反而陷入云雾之中。

然而，若从有亲缘关系的生物个体出发，特别是有性别生物中，亲代和子代或同一亲代子代个体之间，人们就会既看到遗传，又看到变异，绝不会只见其一，不见其二。而且个体之间的亲缘关系愈近，生出来的子代在各方面相象的程度就愈大，遗传的表现大于变异。但这里只有大小的问题，并非是只有遗传没有变异。由于这种相象性最引人注意，甚至相对地稳定，特别是单就个体的某一特定的性状而言，如小鼠的白化，人的皮肤颜色，罗马人和犹太人的鼻型，都带有种的特异性，带有明显遗传的特点，因此，这门学科就习惯地叫做遗传学。于是人生人、兽生兽、种瓜得瓜、种豆得豆这些自然现象，很早就得到人们的注意，认为值得深入研究。

事实上，遗传与变异有着不可分割的关系。如同一切事物都具有双重性一样，遗传与变异也是一个事物的两个方面。它们既是对立的，又是统一的。遗传里有变异，变异里有遗传；没有遗传便没有变异，没有变异也无从研究遗传。它们各以对立着的方面为自己存在的前提，并依据一定的条件，各向其相反的方面转化。

譬如：在空间和时间变化比较少的情况下，遗传性状可

以稳定地遗传下去；而处在另一些条件下，如生物环境中出现了物理(如放射线)、化学(如药物)变化，稳定的性状，可以转化为新的性状，转化为变异。从遗传学自身的发展上看，过去人们只是等待自然界的变化来使遗传转化为变异。现在可以利用理化因素的人工处理，诱导出变异。诱变技术的发现，使遗传学进入了一个新的纪元，因为人类能够直接地控制了生物的遗传和变异。

辩证唯物论既主张两点论，又强调重点论。那末，在遗传与变异之间，究竟哪个应为重点呢？在谈这个问题之前，有必要先谈一下它们之间相对与绝对的问题。应该认为遗传是相对的，变异是绝对的，因为变异是生物最普遍的标志。世界上两个最相象的生物个体，莫如人类一卵双生的所谓“同样孪”了。就其来历说，他们(或她们)都是由一个受精卵发育而来，从父母双亲所接受的遗传总该是一样的。在发育过程中，至少在母体中的时间是一样的，而且同在一个子宫之内，同孕育在一个胎盘之上，从母体中得到的营养完全相同。所以无论从遗传上或从环境上说，一对“同样孪”应该是完全一样的。

然而，他们(或她们)之间仍有变异。这不仅涉及性情、脾气、行为等方面，单就外表、五官、面貌来说，他们的头发旋窝如果一个偏左，另一个会偏右；眼睛大小两边略有差异，也可以成为左右不对称的“镜影”。所谓“镜影”就是两个“同样孪”的任何一个都能成为另一个的镜子中的影子。在行为上“同样孪”经常出现一个用左手另一个用右手的现象。如果仔细检查他们的指纹、掌纹、脚趾纹、脚掌纹，他们的差异就更多了。由此可以推测在生物界中没有两个个体是完全一样的，它们之间总会存在差别，而差别就是变异。

在人类“同样李”的问题上，人们谈的很多，无非是想拿它说明遗传或生物之间的相象性是相对的，而变异却是绝对的。但是，它不能说明二者之间哪个比较重要，因为这个问题并非由遗传与变异本身来决定，决定的因素在于需要，在于选择。比方说，一个育种学家对某种动植物进行杂交或诱变之后，得到他所需要的变异。他希望能把这个新的品种保留下来，使其优良性状遗传下去，那么，遗传对他来说是重要的。但是，一般说来，育种的出发点总是因为育种学家不满足于现有的品种，而所追求的是在现有品种中间发生新的变异。情况既然如此，那么变异对他来说是主要的了。何况育种学家要想把某一品种的优良性状稳定下来，他还必须不断地进行选择，甚至追求更进一步的优良变异。因为世界上一切事物都是不进则退的。从这些意义上说，变异要比遗传更为重要，问题的关键就在遗传的相对性和变异的绝对性。

若从自然界时、空两间毫无限度的长远情况出发来考虑这一问题，变异的重要性就更为明显了。没有变异空有遗传（当然，按照逻辑这根本是不可能的）就不会有生物的进化。达尔文早就强调过这一点。在他的《物种起源》一书中，头两章就先讲了变异。后来他又发表了两册专著《动植物在家养下的变异》，把生物变异的重要性提得更为突出，达尔文进化论的主导思想，是建立在生物的自然选择的基础之上的，而自然选择的先决条件就是自然界无时无刻不存在着丰富多彩的变异。试想一下，如世界上某一个时期、某一个区域的生物个体始终在生理形态上维持一模一样，那就无从谈起“物竞天择、适者生存”了。所以，在整个生物界从古到今以至永无穷尽的进化中，应该说变异为主要，因为遗传是生物繁殖中表现的保守的一面，变异是其进取的一面；新兴的东