

作物遗传育种

上册



毛主席语录

阶级斗争是纲，其余都是目。

无产阶级必须在上层建筑其中包括各个文化领域中对资产阶级实行全面的专政。

备战、备荒、为人民。

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

百花齐放、百家争鸣的方针，是促进艺术发展和科学进步的方针，是促进我国的社会主义文化繁荣的方针。

古为今用，洋为中用。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

有了优良品种，即使增加劳动力、肥料，也可获得较多的收成。

说 明

无产阶级文化大革命以来，在毛主席革命路线指引下，经过批林批孔、学习无产阶级专政理论等运动，教育战线发生了深刻变化，形势一派大好。在教育革命过程中，我们以阶级斗争为纲，坚持党的基本路线，紧密结合三大革命斗争实际，实行开门办学，对课程设置及教学体系作了初步改革，积累了一些经验。为了总结和交流教育革命的经验，巩固教育革命的丰硕成果，加速教材的建设，进一步提高教学质量，我们四所师范学院生物系在各级党组织领导下，联合编写《作物学》、《作物遗传育种》、《作物保护学》、《动物及动物饲养学》、《生理卫生》、《中草药植物》和《化学》等七门教材。

这次我们联合编写教材，组织了有工农教员、工农兵学员和革命教师参加的三结合编写组，实行开门编书。在编写过程中，我们认真学习了毛主席关于教育革命的一系列重要指示和党的教育方针，开展了革命大批判，并先后到有关领导部门、国营农（牧）场、先进社队、兄弟院校、科研单位和中学，进行学习、调查，得到各单位的大力支持。大纲和教材初稿写好后，又蒙有关单位的同志提供宝贵意见。在此，我们表示衷心感谢。

为了使教材适应培养无产阶级革命事业接班人和农业学大寨运动的要求，我们力争做到教材具有革命性、科学性、实践性，能体现无产阶级文化大革命和教育革命的伟大成果，反映近代科学的新成就，具有地区特点、适于工农兵学员自学，适应于开门办学的需要。但由于我们读马列的书和毛主席著作不够，理论和实践经验都很缺乏，教材中必然存在许多缺点和错误，恳切希望同志们提出批评。

遵照毛主席关于“课程设置要精简”，“教材要彻底改革”的指示，本教材初步打破了过去的《遗传学》、《育种及良种繁育学》和《生物统计学》的分科体系，确定以育种途径为体系，以水稻为典型作物，将遗传理论的有关部分穿插在育种途径中，定名为《作物遗传育种》。教材是按约 100 学时编写的，各校在使用时，可根据实际情况，取舍内容或补充乡土教材。

华中师范学院 广东师范学院
湖南师范学院 武汉师范学院 生物系合编

一九七六年五月

目 录

第一章 为革命搞好育种工作	1
第一节 “种”在农业生产中的作用.....	1
第二节 我国育种工作上的两条路线斗争.....	2
第三节 作物育种目标.....	5
第二章 作物的遗传与变异	8
第一节 遗传与变异的对立统一.....	8
第二节 遗传物质的细胞学基础.....	9
第三节 遗传物质的化学基础.....	15
第三章 引 种	25
第一节 引种的意义.....	25
第二节 作物的阶段发育与引种.....	25
第三节 引种工作中应注意的问题.....	28
第四章 选择育种	30
第一节 作物的繁殖.....	30
第二节 选择的意义和方法.....	31
第三节 育种的原始材料.....	37
第四节 选择育种的程序.....	40
第五节 提高育种工作效率的途径和方法.....	43
第五章 杂交育种	46
第一节 杂交育种的意义.....	46
第二节 遗传因子的分离和自由组合（独立分配）规律.....	47
第三节 基因的连锁和互换规律.....	54
第四节 数量性状的遗传规律.....	59
第五节 基因互作 遗传与环境.....	62
第六节 杂交育种的程序和方法.....	64
第七节 杂交后代的选育.....	66

第一章 为革命搞好育种工作

伟大领袖毛主席一贯非常重视育种工作，早在1942年就教导我们：“有了优良品种，即不增加劳动力、肥料，也可获得较多的收成。”这对品种在农业生产中的作用作了科学的分析。1958年毛主席又进一步运用辩证唯物主义的原理，精辟地、科学地总结了我国农业生产斗争的丰富经验，提出了农业“八字宪法”，有力地推动了我国农业技术改革，促进了农业的发展。“种”是农业“八字宪法”的重要内容之一。从农作物本身来说，种子是内因，土、肥、水等外部条件都要通过种子自身的矛盾运动，才能发挥增产作用。以培育良种为研究目的的《作物遗传育种》，其遗传理论是育种的理论基础。通过育种实践的检验和研究，又丰富和发展了遗传理论。这便是它们之间的辩证关系。在当前的遗传理论中，有一部分仍可作为现今育种工作的理论指导；有一部分是远远不符合育种形势的需要，甚至是有错误的。因此，我们必须以辩证唯物主义为武器，坚持实践第一的观点，进行具体分析，吸收正确的部分，指导育种实践，多、快、好、省地培育良种，以充分发挥农作物内在的增产潜力。这对于农业生产的迅速发展是十分重要的。

第一节 “种”在农业生产中的作用

作物品种是农业生产的主要生产资料之一。它是该种野生植物在人类栽培过程中通过培育和选择逐渐形成的，是人类劳动的产物，是劳动人民创造的。因而，它是农业生产上一种作物的基本单位的特有名称，不是分类学上的最基本的分类单位。作物的一个品种应具有相对稳定的遗传性，和比较一致的生物学性状及经济性状，能适应一定的环境条件，并具备一定的个体数量，在农业生产上能发挥作用。

作物优良品种对提高农作物产量、改进产品品质、减轻自然灾害、增加复种指数、扩大作物栽培区域、稳定大面积的产量等方面起着十分重要的作用。生产实践证明，在同样的栽培条件下，作物优良品种比当地原有品种增产10—20%。

解放以来，在毛主席革命路线的指引下，在社会主义革命的推动下，广东、湖南、湖北三省稻、棉、油等良种不断更换，每一次新的优良品种的推广，都带来产量大幅度的增加。以湖北省早、中稻品种更换的历史为例，解放初期的主要品种是“粒谷早”、“湖南谷”、“等苞齐”等，一季亩产只不过300—400斤；后来推广了“胜利粳”、“399”，在水肥条件良好的情况下，一季亩产可提高到600—700斤，但很少跨过700斤；1964年以后，大面积推广了“矮脚南特”、“珍珠矮”等矮秆品种以后，解决了倒伏问题，在水肥条件充足的情况下，一季亩产可达800—900斤，甚至1000斤以上；现在又推广了“华矮15号”、“广陆矮4号”、“691”等，这些品种不仅单产高，而且生育期较为适当，有利于前后作物的搭配，这对提高粮食产量起了重要作用。若每亩以增产稻谷50—60斤计算，全省三千多万亩水

田，仅良种一项，每年就可为国家多贡献15—30亿斤粮食。更换品种的历史说明：每更换一次单产上升一次，充分显示了良种的增产作用。在提高农作物产品品质方面，良种的作用也是突出的。如过去湖南、湖北两省种植的棉花品种都是中棉，纤维长度不超过25毫米，现在推广的“鄂光棉”、“鄂棉六号”、“岱红岱”等陆地棉品种纤维长度达30—32毫米。在抵抗自然灾害方面，如过去湖北省的小麦吸浆虫发生比较严重，自从推广了“南大2419”等小麦良种以后，由于它们具有颖壳比较紧密的特性，小麦吸浆虫的为害就大大减轻了。

由于采用了抗寒性强、生育期短的粳稻品种，使我国北方稻区逐渐向北扩展，在北纬50多度的地方也获得了丰收，出现了高产区。

在一个地区可以根据当地水利、土质、肥料等特点，因地制宜地种植同一作物的几个适宜品种。品种的合理搭配，有利于增加复种指数，缓和劳力、季节的矛盾，充分发挥良种的增产作用。

从上可知，“种”在农业生产中的作用是十分重要的。但是，农业“八字宪法”是一个辩证的统一体，必须防止过分强调良种的作用，而忽视栽培条件的片面观点。“良种还需良法”这是贫下中农对这一问题的正确概括。因此，既要重视品种的改良，又要重视栽培条件的改革。这两者是相辅相成的。这就要求我们，必须本着“不断革命”的精神，根据建设社会主义大农业的需要，不断改良和创造更多的新品种，为提高农作物产量，为落实毛主席“备战、备荒、为人民”，“深挖洞、广积粮、不称霸”的伟大战略方针，加快社会主义革命和社会主义建设，支援世界革命，作出贡献。

第二节 我国作物育种工作上的两条路线斗争

我国是一个历史悠久的农业国家，广大劳动人民早在两、三千年以前就开始了育种工作。在长期的生产斗争中，选育了数以万计的各种作物品种，积累了丰富的育种、留种经验。这在《汉书》、《汜胜之书》等古代农学专著中就有不少记载。由于儒家的轻农思想，致使古代农书大量烟没散失。法家以农为本的重农思想，注意总结劳动人民的生产经验，对我国农业和育种工作具有深远影响，《齐民要术》一书就是从农业科学技术的角度广泛记载了法家路线产生的成果。它批判了儒家不务实际，专事文辞和空谈的思想，坚持认识自然和改造自然的唯物主义观点，对各类作物的育种方法有较系统的记述。

但是，解放前广大劳动人民由于深受帝国主义、封建主义、官僚资本主义三重压迫，农业生产遭受严重摧残，长期处于落后状态。我国丰富的品种资源得不到发掘和利用，广大劳动人民的经验和智慧得不到总结和发挥，好的品种得不到推广，严重阻碍了我国育种工作的发展。

在毛主席和党中央的英明领导下，我国人民终于推翻了三座大山。解放后的二十多年来，在毛主席革命路线指引下，种子工作取得了很大成绩。但是，种子工作也和其他各项工作一样，始终存在着十分尖锐的两个阶级、两条道路、两条路线的斗争。

在毛主席革命路线指引下，各地遵照毛主席“独立自主”、“自力更生”的教导，放手发动群众，实行品种合理搭配，不断选育和更新了大批的良种。特别是大跃进的1958年和无产阶级文化大革命以来，我国育种工作上出现了蓬勃发展的崭新局面。

但是，刘少奇、林彪一伙为了达到复辟资本主义的目的，疯狂推行反革命修正主义路线，压制革命群众运动，扼杀社会主义新生事物，否定劳动人民在科学发展中的作用。他们一伙大搞“洋奴哲学”、“爬行主义”，在种子工作上搞大调大运，对广大贫下中农选育出来的新品种不予承认，不准推广。还规定什么“杂交育种要由有条件的地区以上的农科所才能搞”。他们依靠少数资产阶级“专家”、“权威”在高楼深院闭门造车，硬把美国、苏联一套繁琐的育种程序塞到我们的育种工作中，造成育出一个新品种往往要8—10年。他们还大肆贩卖“物质刺激”、“金钱挂帅”；用“选种奖”、“种子纯度奖”等腐蚀和毒害人们的灵魂，妄图把育种工作引向脱离无产阶级政治，脱离生产实际，脱离群众的修正主义邪道，严重地干扰了毛主席的革命路线，使育种工作遭到一定的破坏。因此，在种子工作中，是坚持政治挂帅，还是大搞“利润挂帅”；是坚持独立自主、自力更生、艰苦奋斗，还是大搞“洋奴哲学”、“爬行主义”，大调大运；是坚持群众路线，还是大搞专家路线。这是我国育种工作上两条路线斗争的大是大非问题。

无产阶级文化大革命以来，各地都建立健全了科研机构，壮大了科技队伍。许多省、市、自治区都在县、社、大队、生产队建立了干部、贫下中农、技术人员三结合的科学实验组织，形成四级农业科学实验网。目前，全国已有一千多万人参加四级农科网的活动。群众办科研，这一社会主义新生事物，犹如雨后春笋，生机蓬勃。广大科技人员在毛主席“五·七”指示的指引下，坚持同工农相结合，走开门办科研的道路，深入农村，接受贫下中农再教育，参加三结合育种活动。各地农业科研单位实行专业研究同群众运动相结合的方法，积极为革命育种，取得了一系列新成果。这些新成果，对于提高农作物的产量和质量起了显著作用。在研究方法上，除大力开展常规育种外，新技术育种不断涌现。发展较早的辐射育种、多倍体、远缘杂交得到了不断完善；除此，杂种优势利用的研究（包括三系、二系育种及化学杀雄）、花粉单倍体育种、体细胞融合杂交、生理生化效能育种（如高光效育种、高蛋白育种等）、理化诱变（激光、辐射、化学诱变）等新的研究方法都在农作物育种上广泛、深入地开展了研究。在选育的具体过程中，充分利用我国辽阔的国土，优越的自然条件，采取异地、异季南繁北育、北繁南育或者利用天然温泉建立温室以及人工加热温室，加速育种世代，进行一年二代或三代繁育，大大加快了育种进程。现在从开始杂交到育成新品系，有的只要三年，比过去缩短了一半以上的时间；并结合多点试验、示范，加速了选育、繁育和推广的步伐。

在毛主席革命路线指引下，种子工作沿着多快好省的社会主义大道胜利前进，取得巨大成就。

一、涌现了大批农民育种家

无产阶级文化大革命以来，我国在农业科学技术工作中批判了依靠少数专家冷冷清清搞科学实验的错误路线，进一步明确了广大贫下中农是认识和改造自然的主体，他们的生产实践活动是农业科学技术产生和发展的源泉。搞农业科学实验，必须由广大贫下中农充当主力军。在毛主席革命路线指引下，广大贫下中农纷纷起来向农业科学技术领域进军，农业科学实验的群众运动蓬勃兴起，涌现了大批农民育种家，并创造了许多有价值的新品种。一支以

贫下中农为主体的革命科技队伍正在茁壮成长。如广东农民育种家洪春利、洪群英,1956年从高秆早籼“南特16号”中选出了矮秆早籼“矮脚南特号”,开创了世界水稻矮化育种的先例。广东农民育种家邓炎棠,二十多年来,坚持不懈选育水稻新品种的科学实验,共选育出“南高广”、“红梅早”等十多个水稻良种。吉林农民育种家李贞生,破除迷信,探索远缘杂交的奥秘,打开了这个“禁区”,选育出了“玉米稻”。河南农民育种家李德炎,二十多年来积极开展育种活动,在实践中摸索小麦育种规律,先后育成“偃大5号”、“偃大25号”等14个不同类型的小麦新品种。河南下乡知识青年程有志,下乡十多年来,在党的领导和贫下中农的再教育下,从当地生产需要出发,培育出高粱、玉米、小麦、马铃薯新品种十几个,推广良种70多个……。这大批农民育种家的成长,生动地说明了我国种子工作和其他各项工作一样发生了深刻变化。

二、推广和培育了大量的新品种

由于毛主席和党中央对种子工作的关怀和重视,大大激发了广大贫下中农和科技人员为革命搞科研的政治热情,通过调查研究,使蕴藏在我国广大农村中极为丰富的品种资源,得到了充分的发掘和利用,优良品种得到了迅速的繁殖和推广。据统计,解放初期全国良种推广面积仅占当时播种面积的0.5%,到1957年全国良种推广面积已达51.8%,1959年达80%,1960年以后,全国各种作物均已良种化。这些良种的推广,对社会主义农业生产起了良好的作用。除此,广大贫下中农和科技人员在三大革命斗争实践中,还采取各种方法,选育了大量新品种。据1959年统计,在二十多种作物中,推广和培育的良种就有2400多个,据1966年不完全统计,仅水稻、小麦、玉米、谷子、高粱等五种作物就选育了1300多个优良品种。广大贫下中农在这方面作出了卓越的贡献。如推广面积较大的水稻良种“老来青”、“陆财号”、“矮脚南特”等都是贫下中农选育的。尤其是我国矮化育种取得了划时代的成就。在资本主义国家里,把墨西哥矮秆小麦、菲律宾矮秆水稻的育成,渲染为育种史上“绿色革命”的空前大事,其实国外这一工作是六十年代后期才推广的。我国矮秆品种代替高秆品种的改革,早在五十年代中后期和六十年代初期就实现了。1956年,广东农民育种家选出“矮脚南特”,1959年以后“广场矮”、“珍珠矮”等矮秆良种陆续选出,1965年广东全省实现了早稻矮秆化,其他各省也相继实现了矮秆化。这说明,在毛主席革命路线指引下,我国育种工作,取得了飞跃发展,走在资本主义国家前面。

无产阶级文化大革命以来,广大贫下中农和科技人员,积极开展了雄性不育杂种优势的利用。如一向被视为低产作物的高粱,由于培育了一批优良的雄性不育高粱杂交种,使高粱的产量大幅度地增加,而一跃为高产作物。如晋东南地区水东大队杂交高粱丰产田创造了亩产2403斤的高产记录。

在大面积推广高粱雄性不育杂交种的带动下,玉米、小麦、水稻、油菜、棉花等作物雄性不育育种工作的群众运动,迅速在全国蓬勃开展。正当农业学大寨、普及大寨县的高潮中,农业科研战线又传捷报:我国杂交水稻研究成功,经大面积试种,增产显著,一般亩产都在千斤以上,高的达1200斤以上,比当地双季早稻和中稻当家品种增产20—30%,作晚稻栽培,产量可成倍增加。这是继水稻高秆改矮秆之后又一创新,是毛主席革命路线的重大胜

利。

几年前，这项工作刚开始的时候，既无成功经验可资借鉴，又无现成资料可供参考。但是，在毛主席革命路线指引下，广大贫下中农与科技人员，破除迷信，解放思想，自力更生，艰苦奋斗，走我国农业科学技术发展的道路，实行领导、群众、科技人员三结合，大搞群众运动，开展社会主义大协作，一处突破，遍地开花，从而多快好省地选育出“三系”，配制成水稻杂交种，先于世界各国投产。从选育“三系”、配制杂交种到应用于生产，仅用了短短的几年时间，进度快，收效大。这充分显示了我国社会主义制度的无比优越性，雄辩地证明了**无产阶级文化大革命是使我国社会生产力发展的一个强大的推动力**。

应用花粉培养方法进行育种，据1974年12月初步统计，我国已对30多种主要农作物、果树、蔬菜、林木的花粉培养进行了研究，并且首次在世界上育出小麦、小黑麦、玉米、甜菜、辣椒、茄子、杨树、油菜和小冰麦的花粉植株。不少单位已从花粉植株中选出一些可供生产利用和有希望的后代，如由花药培养育成的“单育一号”烟草新品种已经推广，“花培一号”小麦新品系正在扩大试种，水稻花粉培育出的优良品种如花育1号、2号，单丰1号、单粘1号、新秀1号、牡花1号等正在推广。此外，花粉培养技术也有明显的进展。花粉植株遗传学研究也取得了一定成果。简化培养基的研究也有良好的开端。目前，我国花粉培养研究工作，已经赶上和超过了国际先进水平。

毛主席革命路线和我国的社会主义制度，为科学事业的发展开辟了广阔的前景。在这大好形势下，我们更要认真学习无产阶级专政理论，坚持以阶级斗争为纲，坚持党的基本路线，坚持无产阶级专政下继续革命，为革命选育出更多更好的新品种。

三、健全了良种繁育体系

良种繁育体系（包括组织和制度）是良种普及、保纯复壮不断增产的一个重要保证。解放以来，遵循毛主席亲自主持制订的《农业发展纲要》的要求和党的“四自一辅”（自选、自繁、自留、自用，辅之以必要的调剂）的种子工作方针。各地逐步建立和健全了一整套适合于我国社会主义农业发展的良种繁育体系。尤其是批判了“大调大运”的错误路线之后，自力更生解决种子问题。现在全国各省、县都建立了良种场，各公社、大队普遍建立了良种繁殖基地，在繁殖和普及良种方面发挥了良好的作用。

第三节 作物育种目标

作物遗传育种工作的主要任务是不断选育优良的新品种，以适应社会主义建设和农业生产发展的需要。一个优良的新品种，必须具有综合的优良性状，能适应当地的自然条件、栽培技术和耕作制度，能经济地利用营养条件，在单位面积上生产最大量的品质优良的产品，在自然灾害发生的情况下，能够有效地稳定产量。为达此目的，必须有一个正确的育种目标。

制定育种目标时，既要有革命精神，又要有科学分析态度，深入实际进行调查研究，根据《全国农业发展纲要》、国民经济计划的要求，考虑当地自然条件、耕作制度的特点，了

解地方品种的状况及其分布，当地育种工作的基础，生产上良种的优缺点，和今后农业生产发展的趋势，找出阻碍品种生产力进一步提高的主要矛盾。

根据上述原则，制订农作物的育种目标。

当前我国社会主义革命和社会主义建设正处在一个重要的历史时期，全国农业学大寨的群众运动发展到了一个新的重要阶段，在全党动员，大办农业，为普及大寨县而奋斗的运动中，各地都制订了宏伟的生产发展规划，随着生产条件的不断改善，耕作制度的不断改革，社会主义大农业对育种工作已经提出了新的更高要求，突破现有水平，选育出突破性的新良种，这是摆在我们面前光荣而艰巨的任务。全国种子工作会议纪要中指出，在一九八〇年以前，要选育出一批高产、早熟、优质、抗逆性强和适应性广的农作物新品种。

现以水稻为例加以说明。

选育“矮、丰、早、抗、优”的良种，是水稻育种总的方向和目标。但目前要突破现有当家品种的水平，应主攻“丰、早、抗”三个方面。

“丰”：是要求比现有当家种明显增产，其幅度在15—20%以上，到一九八〇年要求育成亩产1000—1200斤的早籼新品种，亩产1100—1300斤的中籼新品种，亩产800—1000斤晚稻新品种。

“早”：是要求近期选育出比现有当家种早熟3—4天，增产明显的新品种，以适应耕作制度改革发展的要求，适应机械化插秧要求，达到熟熟高产，全年高产。

“抗”：是要求比现有当家种具有较强的抗病性和抗逆性。抗病性以主攻白叶枯病、稻瘟病、纹枯病为主，并要求具有广谱的抗性。抗逆性以攻早稻苗期、幼穗分化期耐寒性和晚稻秧苗富有弹性、后期开花灌浆时的耐寒性。

要选育出突破性品种还必须：

（一）以丰产性为前提。穗数、粒数、粒重是构成产量的三个要素。生产实践表明，凡达千斤的品种，必然是保证了一定的穗数，在穗数多的基础上求大穗，争粒重，达到穗数、粒数、粒重协调增长。同时，注意提高成穗率、结实率和增加谷粒厚度，以达到增产目的。

（二）以矮秆、抗倒为基础。要获得明显的增产，必须提高植株负荷能力，植株高度适中，茎秆坚韧且壮，茎节要短，节不外露，根系发达，对肥料反应弹性要大。这是获得高产的基础。

（三）塑造高产株型要以提高光能利用率为中心。要有良好的株叶形态结构，叶片配置要合理，群体结构要有利于通风透光，并注意突破性的株型的选拔。一般说，基层枯叶要少，中层叶片要长，上层叶片要挺。叶片过大或过小都不好。茎态要适中，过于紧凑或过于松散都是不良的性状。没有孤立的“理想株型”，好的株型应该表现与当地生态环境条件相适应。

（四）高产品种要以抗病性、抗逆性强为保证。也就是说品种的抗病性和对恶劣环境的抗逆性是关系到高产品种能否稳产的重要问题。尤其是随着施肥水平的提高，复种指数的增加，病菌生理小种的变迁，对品种的抗性就更加需要注意。

至于某一个地区，如何制定具体的育种目标，确定那个目标性状为主，那个为次，就应按当时当地的实际需要而定。

在一般的情况下，作物的几个主要目标性状之间，往往存在着矛盾。如早熟与高产、高

产与抗病、高产与倒伏等，这类矛盾现象是客观存在的，但也不是不能解决的。实际上，长期以来育种工作就是在解决这些矛盾中不断前进，育成早熟、高产、稳产、质优的新品种。这些事实充分表明：只要遵循毛主席革命路线，放手发动群众，组织大协作，就可以不断攀登新的科学高峰，选育出更加优良的新品种，以适应我国社会主义农业生产飞速发展的需要。

第二章 作物的遗传与变异

第一节 遗传与变异的对立统一

遗传与变异是生物的重要特征之一。

生物通过繁殖，反映出亲代与子代之间的密切关系。一方面它能在一定的条件下产生与自己相似的后代。也就是说，在种族繁衍过程中，有它的相对固定性。例如：水稻“广陆矮4号”品种的后代，具有“广陆矮4号”的特征、特性；棉花“岱字棉15号”的种子种下去，长出的还是“岱字棉15号”等等，这就是遗传现象。另一方面，生物也能在一定条件下，产生与自身有不同程度差异的后代。如目前生产上栽培的水稻起源于一种野生稻，现在却变成了许许多多的品种和类型。从自然界大量的事实表明，根本不存在两个完全相同的生物个体，亲代和子代之间，或子代个体之间，都是有差异的。例如，仔细观察从“广陆矮4号”一个单株上的种子繁殖的后代，不可能见到两个完全一模一样的植株等等，这就是变异现象。

我国广大劳动人民在长期的生产实践中，早就发现了有关生物遗传和变异的现象及一些规律。例如，春秋战国时代就有“桂实生桂，桐实生桐”、“种麦得麦，种稷得稷”的记载；以后的书中又有“嘉禾异种……常无本根”，“桔生淮南则为桔，生于淮北则为枳，叶徒相似，其实味不同”的记述。可见我国古代劳动人民在生产实践中已认识到遗传与变异是生物界存在的一种普遍现象；并认识到生物的遗传变异与环境条件有着密切的关系。从而反映出他们朴素的辩证唯物主义思想。

毛主席在《矛盾论》中指出：“无论什么事物的运动都采取两种状态，相对地静止的状态和显著地变动的状态。两种状态的运动都是由事物内部包含的两个矛盾着的因素互相斗争所引起的。”在生物的生存和发展中，遗传与变异便是生物运动本身所展现的两种状态。在相对地静止的状态下，后代与前代相似，这就是遗传；在显著地变动的状态下，后代与前代有差异，这就是变异。在自然界里，生物的遗传是相对的，暂时的，变异是绝对的。当外界条件变化较小时，生物体只有较小的变异，是属于量变的过程，处于相对静止的状态。这时遗传在矛盾中起着主导的作用，使生物保持其相对的稳定性。当外界条件变化较大时，生物体可能发生较大的变异；或者当生物体逐年累代地生活在引起变化的环境中，生物体内部所产生的微小变异就会逐渐积累，这种“纯粹量的增多或减少，在一定的关节点上就引起质的飞跃”，这时变异在矛盾中起着主导的作用，生物就表现出明显的差异。由此可见遗传和变异既是矛盾的又是统一的。没有变异，生物就成为静止的，不变的“死物”（那是不可能的），也就是谈不上遗传。没有遗传，变异不能稳定下来，生物就不能进化、发展。遗传和变异是相互依存的。同时，又在一定的条件下互相转化，遗传可以发生变异，而发生了的变异也能遗传下去。

由于生物具有遗传和变异这一对矛盾运动，并且在与外界环境条件的交互作用中，通过

“自然选择”的过程，将对生物体有利的变异保存，不利的变异淘汰，即所谓“适者生存，不适者淘汰”，这样就推动了生物界不断地由低级向高级，由简单向复杂的方向进化和发展。在生产实践中，也正因为生物有遗传和变异的特性，才能从旧品种中出现并选择出新的变异类型，新的变异类型也必须能够遗传才能成为稳定的新品种。

我们了解了生物遗传与变异的对立统一规律后，就要运用这一规律来指导育种实践。例如：在进行良种繁育的时候，需要保持品种的优良性状能代代传下去，使其遗传成为矛盾的主要方面。那就要采取自交及创造良种的栽培条件等措施，防止种子混杂和串花杂交，加强选择，以达到品种保纯的目的。在培育新品种的时候，希望旧品种“变”，就可用杂交、辐射等方法促使原有的遗传特性发生变异，使变异成为矛盾的主要方面，从大量的变异植株中，选择我们需要的变异，培育成新品种。只要发挥人的主观能动性，采取有效措施，就可以控制生物的遗传与变异这一对矛盾运动，使其朝着人们需要的方向发展，从而达到改造生物，为人类服务的目的。

第二节 遗传物质的细胞学基础

遗传与变异这一生命现象只有在生物繁殖过程中才能体现。除病毒外，一切生物的繁殖都以细胞分裂为基础。高等动、植物的生长必须通过体细胞的分裂（一般是有丝分裂）来增加细胞的数目。同时大多又以有性生殖的方式来繁衍后代。即当某个生物体成熟后，都要经过一次减数分裂产生生殖细胞；然后，雌雄两性的生殖细胞（精子和卵子）结合产生受精卵，由受精卵再发育成一个新个体。这个新生的后代，就具有双亲的特征、特性。

在细胞分裂过程中，无论是有丝分裂或减数分裂，其细胞核与细胞质都有很大的变化，但以核内染色体的变化最为明显，而且是有规律有次序的进行着。因此，首先介绍一下染色体的形态与结构。

一、染色体的形态与结构

在通常情况下，染色体只是在细胞分裂（有丝分裂和减数分裂）时才能看到，细胞分裂的中期和后期，是染色体最明显的时期。因此，观察和描述染色体的形态与结构，多以此两时期为依据。

在中期和后期，所有染色体都有两个臂，根据两臂长短的不同，染色体分为三种类型：

- （一）近端着丝点染色体，形状如棍棒，有一个臂极小，甚至不易觉察出来。
- （二）亚中部着丝点染色体，具有不等长的染色体臂，形状象“V”。
- （三）中部着丝点染色体，具有两个等长或近乎等长的臂，因此呈“V”字形。

染色体的主要结构，包括下列几部分：

（一）染色线（或染色丝）：每一条染色体都有两条染色线，它们互相盘绕着呈螺旋形，贯穿在整个染色体的长度，是染色体最基本的结构。

（二）基质：在染色线的周围，包被着一种透明的物质，叫做染色体基质，它使整个染色体保持一定的形态。

(三) 染色粒：在染色线上，由于染色质的集中，常常形成许多容易着色的染色粒。染色粒有一定的排列形式，而且粒与粒之间的距离往往是一定的。

(四) 着丝点：在染色体两臂相遇的地方，可以看到一个很清楚的不着色的区域称为着丝点。在细胞分裂时，着丝点都排列在赤道板上，而纺锤丝也就附着在这个地方。靠近着丝点的两边是染色较深的异染色质区。

(五) 随体：随体是一个圆形或伸长的突出物，通过很细的染色质丝与染色体的一臂相连，它们的大小可以有所不同，连接的染色质丝也可能长也可能短。（见图 2—1）

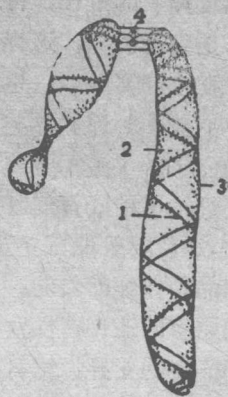


图2—1 在有丝分裂后期典型的体细胞染色体模式图

- | | |
|-------|-------|
| 1、染色线 | 2、基质 |
| 3、膜 | 4、着丝点 |

染色体的形态，随着细胞分裂时期的不同，或由于染色线的松开或绕紧的程度不同，而表现有很大的变化。并且，不同的染色体其形态和特征也有很大的差异。在上述组成部分中，以染色线、染色粒和着丝点三者比较恒定，而染色粒和着丝点则可以看成是染色线本身的一种局部分化。总而言之，染色线构成了染色体的最重要的组成部分。

二、有丝分裂和减数分裂

(一) 有丝分裂

有丝分裂的整个过程，可以概括为前后连续的四个时期，即前期、中期、后期和末期。这些时期的划分，主要是以细胞核内染色体的形态变化和分配为依据的（见图 2—2）。因此，可以认为有丝分裂的主要内容就是染色体的分裂。细胞在有丝分裂的过程中，每个染色体都首先纵裂为两个“染色子体”，并且平均地分配给两个新生子核，随后整个细胞也一裂为二，形成两个新生的细胞，这就是通常所说的细胞的有丝分裂（详见作物学有关章节）。

从有丝分裂可以看到与遗传密切关联的现象：

1、每个染色体准确地纵裂为二，然后有规律地分到子细胞中去，子细胞与子细胞之间，子细胞与母细胞之间基本相同。而细胞质在细胞分裂中，没有任何机制保证它准确地平均地分到子细胞中去，只是大致均等地分成两部分。在生产上常利用营养器官进行繁殖，例如用枝条扦插或块根、块茎繁殖，后代个体之间，后代与亲代之间遗传性状基本相同，这和体细胞分裂时染色体准确地，有规律地分到子细胞有密切关系，进一步认识到染色体是细胞核里更为重要的遗传物质基础。

2、从有丝分裂中可以看到每个物种染色体的数目和形态的恒定性。例如水稻体细胞有24个染色体，由于染色体具有个性，因此从形态上可以彼此区别。细胞中其他细胞器的数目和形态没有这种恒定性。这也启发人们认识染色体在遗传上的重要性。



图 2—2 植物体细胞有丝分裂模式图

- 1.极早前期 2.早前期 3.中前期 4.晚前期 5.中期
6.后期 7.早末期 8.中末期 9.晚末期

(二) 减数分裂:

在有性繁殖作物中,除了体细胞进行有丝分裂使植株生长外,在发育的一定时期还要进行减数分裂(如以早稻为例,一般在抽穗前十二天左右,幼穗长5~6厘米,剑叶叶环在剑叶下一叶的叶环上下2厘米以内),才能产生染色体减半的配子。通过染色体的减半来调节配子结合时的加倍作用,达到保证某一物种染色体数目的恒定性。这就是说,受精卵的染色体一半来自父方的精细胞(雄配子),一半来自母方的卵细胞(雌配子)。因此体细胞里染色体是两组,或者说是二倍体($2n$),生殖细胞(配子)里染色体是一组,或者说是单倍体(n)。所谓体细胞里染色体有两组,也就是说每一种染色体有两根,即一对。这分别来自父方和母方的一对染色体,它们的大小、形状以及遗传内容基本相同,叫做同源染色体。

减数分裂概括的讲,就是具有二倍染色体的孢母细胞连续不断地进行两次分裂,其中染色体本身只分裂了一次,而细胞却分裂了两次。因此产生的四个子细胞中,染色体数目只有

孢母细胞染色体数的一半。减数分裂的两次分裂过程，主要根据染色体的变化情况，又各可分为前、中、后、末四个时期（见图2—3）。

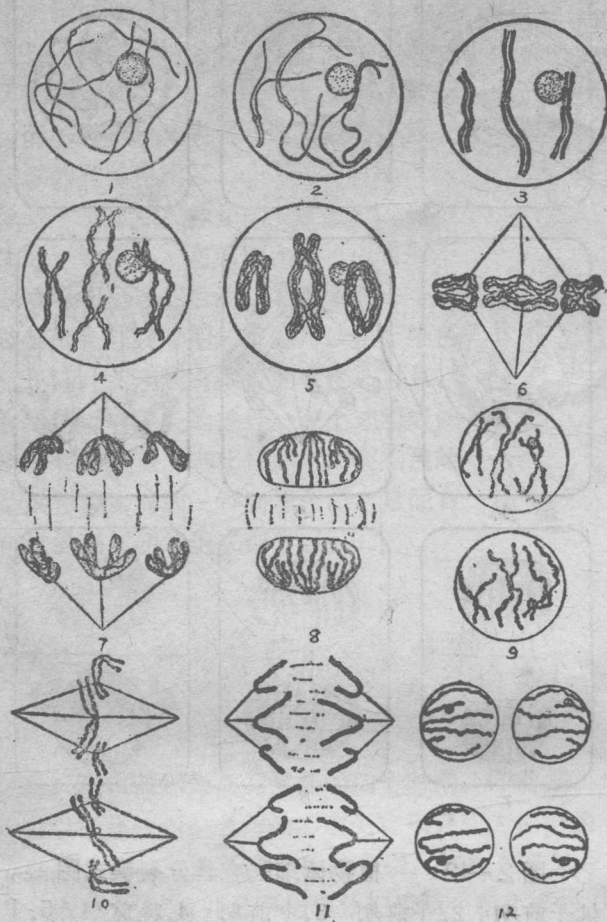


图2—3 减数分裂阶段的模式图

- 1.细线期 2.偶线期 3.粗线期 4.双线期 5.终变期 6.中期Ⅰ
7.后期Ⅰ 8.末期Ⅰ 9.前期Ⅱ 10.中期Ⅱ 11.后期Ⅱ 12.末期Ⅱ

减数第一次分裂：

前期Ⅰ比较复杂，又可分为五期：

细线期：每一染色体细长如线，染色体上有染色粒。

偶线期：这一时期的特点是出现染色体配对，配对不是随机的，只有同源染色体双方才能互相靠拢，并排在一起，配成一对。这种现象称为“联会”。联会完成后，两个同源染色体好象成了一个染色体，这样的染色体称为“二价体”。

粗线期：联会后的染色体变短变粗，在良好的材料中可以见到n对染色体数，并各有特殊的形态可以区别。这时每一条染色体已纵裂为二，即每对染色体由四根染色子体所组成，

所以每对染色体又称四合体（又叫四分体、四股体）。这是减数分裂中染色体唯一的分裂，但此时着丝点尚未分裂。由同源染色体一个成员分成的两个染色子体叫做“姊妹染色子体。”由同源染色体一个成员分成的两个染色子体与另一个成员分成的两个染色子体之间称为“非姊妹染色子体”。此时核仁比较明显，并且总是与某一对染色体相连系。

双线期：染色体更加缩短变粗。配对的同源染色体开始互相排斥而分开。但由于在联会时期同源染色体间发生过局部的交换，因此在一定距离之间出现了所谓“交叉结”。这些交叉结使二价体呈现V、8、×、O等形状。

终变期：这时染色体高度浓缩，显得更为粗短。各染色体分散在细胞核内，是对染色体计数的最好时机。

中期I：核仁与核膜消失，染色体排列在“赤道板”上。两极出现纺锤丝，并与染色体的着丝点相连。

后期I：这时纺锤丝收缩，配对的同源染色体从配对缝互相分离，各趋纺锤体的一极，就好像是纺锤丝牵着同源染色体的着丝点向两极移动一样。由于着丝点没有分裂，每一染色体仍包含已经纵裂但未分开的两个染色子体。

末期I：移到两极的染色体分别组成子核，核膜、核仁重新出现。同时整个孢母细胞一裂为二。这两个细胞彼此靠在一起，形态大小均相仿，称为二分子（又叫二分体）。

间期：末期之后有一短暂的间期，此时染色体消隐。随后开始第二次分裂。

减数第二次分裂与通常的有丝分裂相同，不必详述。在后期II，每一染色体的着丝点分裂，两个染色子体此时才彻底分开，分别趋向纺锤体两极。因此末期II的四个细胞核中，每个核得到原来粗线期的四个染色子体中的一个，以后染色子体成为新核中的染色体。这样，每个配子的染色体数就只有原孢母细胞染色体数的一半了。

减数分裂具有若干特点，这些特点都间接地说明染色体在遗传上的重要性：

1、在形成生殖细胞时，通过减数分裂，使生殖细胞染色体数目减少一半。经过受精，雌雄性细胞结合形成合子，染色体数目又恢复体细胞染色体数。这样保证物种世代染色体数目的恒定性。

2、同源染色体在减数分裂中的联会和后来的分开，关系到遗传物质的质量分配和组合问题。如果以一杂交种而言，同源染色体成员之间存在着质量上的不同，通过减数分裂而形成的配子就有质上的区别，为遗传上的分离和自由组合现象提供了物质根据；而且在连锁遗传的情况下，又为遗传物质的互换奠定了基础。

总之，染色体作为遗传物质的载体，它在细胞有丝分裂和减数分裂过程中的行为，完全符合遗传物质所具备的特点（能复制自己，具有连续性、恒定性、可变性）。所以染色体和遗传物质存在着平行关系。染色体在减数分裂、配子形成和受精过程中的行为可以用细胞学方法直接观察。但遗传物质所表现的基本遗传规律只能从实验结果加以推断。这种推断准确程度一方面可以用遗传实验本身的结果加以验证，同时也能用细胞学观察予以对照。因此，认为遗传物质主要存在于染色体上是有细胞学基础的。此外，遗传物质主要存在于染色体上，还可以从染色体的结构和数目的变异所引起性状的变化得以证明。

细胞质内也有一些遗传物质。近年来发现，有许多细胞器与染色体有类似的特性。如有一定的结构；一定的排列和功能；也含有核酸与蛋白质一类的成分；可以自我增殖等。但