

全国中等农业学校教材

遗传与热带作物育种

华南热带作物学院 编

热带作物专业用

农业出版社

全国中等农业学校教材

遗传与热带作物育种

华南热带作物学院 编

全国中等农业学校教材
遗传与热带作物育种
华南热带作物学院 编

• • •
责任编辑 李世君

农业出版社出版 (北京朝阳区枣营路)
新华书店北京发行所发行 北京密云县印刷厂印刷

787×1092mm 16 开本 19 印张 414 千字

1989年5月第1版 1991年5月北京第2次印刷

印数 1,301—3,300册 定价 4.55 元

ISBN 7-109-00586-0/S·448



主 编 孔德睿 (华南热带作物学院)
副主编 凌绪柏 (华南热带作物学院)
编写者 梁达德 (华南热带作物学院)
邢福浓 (华南热带作物学院)
潘志强 (华南热带作物学院)
区靖祥 (华南热带作物学院)
庄南生 (华南热带作物学院)
龚洁敏 (华南热带作物学院)
凌绪柏 (华南热带作物学院)
陈宝源 (华南热带作物学院)
毛祖舜 (华南热带作物科学研究院)
汪秀玲 (云南热带作物学校)
绘 图 杨小慧 黄光郁

前 言

《遗传与热带作物育种》是根据农牧渔业部(85)农垦教字第514号文的要求而编写的中等专业学校热带作物专业用教材,亦可供农垦职工中专、职业高中教学时参考。本教材包括遗传学基本理论、热带作物育种总论和各论共三篇。第一篇主要讲授遗传与变异的基本理论,第二篇为育种基本原理与方法,第三篇为主要热带作物的具体育种程序和方法。每章都附有复习题,供复习与作业参考。本教材编写的目的在于使中等热带作物专业的学生掌握遗传与变异的基本规律,作物育种的基本原理与热带作物育种技能,并能初步开展热带作物选育种、良种繁育和品种推广工作。

本教材由华南热带作物学院热带作物系孔德馨、凌绪柏分别任主编和副主编。绪论部分由凌绪柏撰写,第一篇的第一、二、三、四、六、八、九章由梁达德编写,第五和第七章分别由庄南生、潘志强编写。第二和第三篇除第二十四章、二十五章分别由区靖祥、陈宝源编写外,其余各章均由邢福浓编写,云南热带作物学校汪秀玲参加了第二十章的部分编写工作。全书初稿有关遗传基本理论与育种两部分分别由孔德馨、凌绪柏审阅,经修改后,交由农牧渔业部农垦局组织的农垦中专教材审稿会定稿。参加遗传学部分审稿的有孔德馨、梁达德、区靖祥、潘志强、庄南生;参加育种部分审稿的有刘乃见、凌绪柏、邢福浓、毛祖舜和汪秀玲。在此,我们对参加审稿者致以衷心的感谢。

由于我国热带作物育种起步较晚,迄今为止,尚未有一本完整的热带作物育种教材可资借鉴,加上我们的业务水平有限,错漏之处在所难免,我们诚恳希望使用本教材的教学人员提出批评和改进意见,以便修订时改进。

编 者

1987年3月

目 录

绪论	1
----------	---

第一篇 遗传学基本理论

第一章 遗传与变异	4
第一节 遗传与变异	4
第二节 遗传与环境	5
第三节 遗传与进化	8
第四节 遗传学的产生和发展	10
第二章 遗传的细胞学基础	12
第一节 细胞的结构和功能	12
第二节 染色体的形态、结构和数目	14
第三节 细胞的分裂	18
第四节 高等植物的世代交替	22
第三章 遗传物质的分子基础	26
第一节 遗传物质的分子组成	26
第二节 遗传信息的贮存、复制及遗传密码	29
第三节 遗传信息的传递和遗传性状的表达	31
第四节 基因的概念及基因活动的调控	33
第四章 遗传的基本规律	35
第一节 分离规律	36
第二节 独立分配（自由组合）规律	44
第三节 连锁遗传规律	53
第五章 数量性状的遗传	62
第一节 数量性状的遗传特征	62
第二节 数量性状遗传的多基因假说	63
第三节 数量性状研究的基本统计方法	66
第四节 遗传力的估算及其应用	68
第六章 近亲繁殖及杂种优势	71
第一节 近亲繁殖及其遗传效应	71
第二节 杂种优势及其理论解释	75
第三节 近亲繁殖与杂种优势在育种上的利用	77
第七章 细胞质遗传	78
第一节 细胞质遗传的特点	78
第二节 细胞核与细胞质在控制性状表现上的相互关系	80

第三节	植物雄性不育的类型及其遗传机理	81
第四节	植物雄性不育在育种上的应用	83
第八章	遗传的变异	86
第一节	基因突变	86
第二节	染色体结构的变异	91
第三节	染色体数目的变异	95
第九章	遗传工程	101
第一节	基因工程	102
第二节	基因工程的现状及展望	101
第三节	细胞工程	105

第二篇 热带作物育种总论

第十章	育种目标	107
第一节	现代热作生产对品种的要求	107
第二节	制订育种目标的一般原则	111
第十一章	种质资源与引种	112
第一节	种质资源	112
第二节	引种	115
第十二章	选择育种	117
第一节	选择的作用	117
第二节	选择的根据	118
第三节	选择方法及其效果	120
第四节	优良实生个体的选择	125
第五节	入选优株的后代鉴定	126
第十三章	杂交育种	127
第一节	杂交亲本的选配	128
第二节	杂交方式	129
第三节	杂交技术和杂交种子的处理	131
第四节	杂种后代的选择	133
第五节	选育种程序	135
第十四章	优势杂种的选育与利用	137
第一节	杂种优势利用的生产意义	137
第二节	作物的繁殖方式与杂种优势利用	138
第三节	优势杂种的选育	139
第四节	利用杂种优势的途径	141
第五节	杂种优势的固定	143
第十五章	远缘杂交育种	144
第一节	远缘杂交的作用	144
第二节	远缘杂交的不亲和性及其克服方法	145
第三节	远缘杂种的夭亡、不育及其克服方法	147
第四节	远缘杂种后代的分离与处理	148
第五节	体细胞杂交	149

第十六章	诱变育种	151
第一节	诱变育种的意义及其特点	151
第二节	辐射诱变	152
第三节	激光诱变与化学诱变	153
第四节	突变体的鉴定和培育选择	157
第十七章	倍性育种	159
第一节	多倍体育种	159
第二节	单倍体育种	162
第十八章	抗病育种	169
第一节	抗病育种的概念与作用	169
第二节	病原物的致病性	170
第三节	作物的抗病性	172
第四节	抗病品种的选育	174
第十九章	良种繁育	178
第一节	良种繁育的意义和任务	178
第二节	品种的退化及其防止方法	179
第三节	良种繁育方法与措施	180
第四节	种子和苗木的鉴定、检验与出圃起运	184

第三篇 热带作物育种各论

第二十章	巴西橡胶育种	188
第一节	育种目标	189
第二节	种质资源与引种	190
第三节	实生单株选种	194
第四节	杂交育种	200
第五节	其他育种方法	207
第六节	选育种程序	211
第七节	良种繁育	217
第八节	橡胶无性系的形态鉴定和主要品种简介	221
第二十一章	咖啡育种	227
第一节	种质资源	227
第二节	咖啡的繁殖方式与育种的关系	231
第三节	育种目标	233
第四节	育种方法	235
第二十二章	椰子选育种	247
第一节	椰子选育种概况	247
第二节	育种目标	248
第三节	品种资源	250
第四节	选择育种	254
第五节	杂交育种	256
第六节	杂种繁殖	263
第七节	其他性状的定向改良和一些研究动向	265

第二十三章	胡椒育种	267
第一节	胡椒的经济地位与育种概况	267
第二节	种质资源	268
第三节	开花生物学特性与授粉方式	270
第四节	选择育种	272
第五节	杂交育种	273
第六节	其他育种方法	276
第二十四章	油棕育种	276
第一节	油棕的种质资源	277
第二节	油棕的开花习性	280
第三节	选育种目标	281
第四节	杂交育种	285
第二十五章	龙舌兰麻育种	290
第一节	选育种目标	290
第二节	育种方法	291
第三节	我国龙舌兰麻选育种的进展	295

绪 论

一、遗传学与热带作物育种学的对象与任务 遗传学是研究生物遗传与变异的科学。遗传学是生物科学中十分重要的理论科学，它涉及生命起源和生物进化的机理。同时，它又是一门与生产密切联系的基础科学，是指导植物、动物和微生物育种工作的理论基础；而且对于医学和人口素质等方面都有密切的关系。随着分子遗传学理论的深入研究与遗传工程技术的实用化，遗传学在指导人们培育符合人类要求的全新作物品种的工作中，将越来越显示出其重要的理论与实践意义。

地球上所有的生物通过不同的繁殖方式繁衍后代。在亲代与子代之间往往出现相似的现象，这种相似现象称为“遗传”。但是，亲代与子代之间，子代个体之间，在特征与特性上并不完全相似，而存在某些差异，这种差异就称为“变异”。遗传和变异是生物界固有的属性。没有变异，生物的新性状就不可能产生，生物界就不可能有物种的进化和新品种的育成；没有遗传，变异就不能积累，也不可能保持物种的相对稳定性。遗传是相对的，保守的；而变异则是绝对的，进化的。可见遗传与变异是生命活动中相对应而存在的。因此，遗传学的任务是研究生物的遗传与变异发生的原因和机理，揭示其内在的规律性，为植物育种提供理论依据和指导原则，以便创造更多的更符合人们需要的新品种。

热带作物育种学是研究新品种选育的原理与方法的科学。其任务是在遗传学理论的指导下，根据热带作物遗传变异的特点与规律，充分利用现有的和引进更为优良的种质资源，通过基因重组的多种途径，创造新的变异，并用相应的方法从中培育出符合人类要求的新品种，用科学的方法，建立良种繁育体系，加速优良品种的繁育，为生产提供优良的种植材料。

自从科学的遗传学理论确立以来，植物育种的成就都离不开遗传学基础理论的指导，而育种学的发展又推动遗传学的深化和发展。如遗传学的基因分离与自由组合以及连锁遗传的理论，为人工杂交育种提供了理论指导；基因突变理论为诱变育种提供了根据；染色体数量变异为植物的多倍体和单倍体育种提供了原则和方法，分子遗传学的发展，为遗传工程的实用化，实现基因的人工转移与交换和体细胞杂交等生物工程技术的应用，进而为创造出全新的作物品种开创了新的途径。由此可见，遗传学与育种学有着相互结合、相辅相成、相互促进的密切关系。因此，育种工作者必须学好遗传学，掌握遗传学的基本理论，才能在育种工作中作出科学的预见和获得正确的理论指导。

二、品种在热带作物生产中的作用

(一) 品种的概念 品种是人类培育创造的、经济性状及农业生物学特性符合生产要求、遗传上相对稳定和一致的某种作物群体。品种是人类长期生产劳动的产物，是一种具

有高产、稳产、优质的农业生产资料，是属于经济范畴的类别，而不是植物分类上的类别。

无性繁殖作物品种，其个体是从同一基因型的优良个体上取其部分营养器官（枝条、芽片或组织等），用无性繁殖方法繁衍而成的系统，故称为无性系，也称为无性系品种。

有性繁殖作物品种，依其授粉方式不同可分为两种，一种是自花授粉的，其个体间的基因型是纯合一致的，性状表现保持稳定一致，故称为纯系品种。另一种是异花授粉的，其个体在经济性状上具有相似性，但个体间的基因型是不同的，故实际上是一个混杂的群体品种。橡胶的有性系就是这类群体品种。

（二）品种在热作生产中的作用 优良品种由于具有优良的经济性状和抗逆能力，不仅能较好地适应栽培地区的自然条件和栽培条件，而且可以抵抗和克服不利因素的影响，对提高作物的产量，改进品质、保证稳产和扩大栽培区域等方面都具有重要的作用。优良品种的作用具体表现如下：

1. 提高产量 热带作物优良品种的使用，可大幅度提高单位面积的产量。如我国50年代种植的橡胶普通实生树，亩产干胶仅20—30kg的水平，但现在推广使用的优良品种，亩产干胶提高到80—120kg，比原来水平提高三倍。其他热带作物也有类似情况。据我国某些研究单位对农作物所作的统计分析结果，与美国的研究结果相近似，即优良品种在提高产量中的作用，约占三分之一的比重。

2. 保证稳产 我国热带作物的生产，往往因自然灾害（风、寒、旱和病虫害等）而造成产量不稳定，轻者明显减产，重则全年失收甚至连片死亡，例如广东湛江和广西垦区，在1965—1967，1967—1968年连续两年寒潮侵袭，绝大多数橡胶树遭受冻害，枯干甚至死亡，后经选用一些抗寒品种（93-114、GT1等），才恢复上述地区的正常生产。海南岛的东北部、湛江南部地区，由于台风频繁，只有在选用抗风品系的基础上，采用正确的栽培措施，才能保证该地区的橡胶正常生产。

实践证明，无论哪种作物都不能忽视使用抗性强、适应性广的优良品种，否则不能获得高额而稳定的产量。

3. 扩大栽培面积 我国处于热带地区的北缘，适宜栽培热带作物的面积有限，只有培育出适于不同风、寒、旱等自然条件下生长的热带作物品种，才能进一步扩大栽培面积，提高产量，进一步满足人民的需要。

4. 改进品质 随着工农业生产的发展和人民生活水平的提高，对热带作物产品的质量也会提出更高的要求。如胶乳的加工性能，咖啡的风味及咖啡碱的含量，椰子肉的含油量、蛋白质和维生素含量等。又如剑麻纤维的长度与拉力，这些品质指标在不同的品种间存在很大的差异。只有选育与推广具有高产质优的品种，才能满足人们对产品的质量要求，提高产品的经济和社会效益。

三、我国热带作物育种的特点 我国热带地区处在世界热带的北缘，无论在日照、雨量和静风环境等方面，与世界湿热带地区相比较，都存在着一定的差异。如我国热带气候资源条件最好的海南岛和云南，都不同程度存在着风、寒、旱等自然灾害。因此，热带作

物的选育种目标，应考虑上述自然因素所造成的影响。此外，我国栽培的热带作物大都是国外引进而非我国原产。其引种的历史较短，品种单纯。这些都决定我国热带作物育种具有其特殊性，现分述如下：

(一) 种质资源贫乏，需要积极引进和搜集 我国目前栽培的热带作物橡胶、咖啡、油棕、胡椒、剑麻均来自国外，其栽培历史较短。椰子虽然栽培历史较长，但我国并非椰子的起源中心，故种质资源相当贫乏。除橡胶我国曾派学者参加国际天然橡胶研究与发展委员会组织的重返亚马逊河考察和搜集种质以外，其他热带作物均未参加国际性的种质资源考察和较大规模的引种或种质交换。因此，种质资源十分贫乏。为了培育适于我国自然条件的热带作物新品种，除积极挖掘我国有限的热带作物种质以外，应向国外积极引入各种种质资源，供进一步研究和利用。

(二) 现有栽培品种单调，不能适应生产需要 我国现有的热带作物栽培品种除橡胶由于选育种工作开始较早，选出一些与各地区自然条件相适应的品种以外，其他热带作物品种单调，不能适应不同地区的自然条件生长的要求。如椰子除本地高种外，引入的马哇矮种虽有较优良的丰产性能，但抗风性较差，在台风频繁区推广受限。又如海南岛北部、东北部和中西部地区，虽适宜推广中粒种咖啡，但目前栽培的中粒种群体耐寒性较差，有些年份受寒害而严重减产，目前尚未引入或育成具有一定耐寒性的中粒种咖啡新品种。至于胡椒，全海南岛栽培的都是较易感染胡椒瘟的印尼、印度或沙撈越的大叶品种，故生产难以建筑在完全可靠的基础上。

(三) 自然条件差异大，要求品种多样化 我国海南岛和湛江地区，除受太平洋台风的影响外，每年还受到不同强度的北方冷空气的侵袭，加上岛内地形变化复杂，使全岛出现不同的风、寒、旱等不利条件，甚至成为某些热带作物正常生长的限制性因素。因此，我国热带作物选育种必须针对上述自然条件特点确定相应的选育种目标。如咖啡品种的选育，除海南岛中部高海拔山区应以抗病高产的小粒种为主以外，其他地区应以耐寒高产的中粒种为主。同时，积极开展适于我国栽培条件的抗病、耐寒、高产的种间或品种间杂交种的选育。

(四) 选育种工作起步晚，技术力量薄弱 正如以上所述，我国热带作物选育种，除了橡胶在本世纪50年代就开始优良母树精密鉴定和选择，60年代开展引进的国外品种间的杂交，进而选出一些适于我国不同地区推广的抗风、耐寒和高产品种，以及在组织培养、苗期产量预测选择等技术方面有较明显的进展外，其他热带作物如咖啡、椰子、胡椒等的育种工作大都刚刚起步，尚未能选出适于我国自然条件的新品种。除了橡胶以外，其他各种热带作物的选育种技术力量薄弱，缺乏完整的专门机构从事种质资源的搜集、引进、保存和研究，进而开展杂交选育，因而不能适应迅猛发展起来的热作生产高潮对品种的需要。

综上所述，我国热带作物育种工作面临种质资源贫乏，推广品种单调，不能适应生产要求以及技术力量薄弱等突出问题。为了迅速提高我国热带作物的选育种水平，急需培养一批中、高级选育种技术人才，运用遗传学、生物工程技术以及其他学科的最新成就，赶上世界热带作物选育种及生产水平。

第一篇 遗传学基本理论

第一章 遗传与变异

生物是有生命的物体。一切生物，不论其是简单的还是复杂的，低等的或高等的，都具有生殖的能力；没有生殖后代能力的物体就不是生物了。因此，生殖是生物体的一个最基本的生命属性。生物正是依靠生殖，才得以传宗接代，繁衍种族，保证生命在世代间的连续性。

第一节 遗传与变异

一、遗传与变异的概念 生物通过生殖，不仅繁殖了后代，繁衍了种族，同时也把本身的特性和特征（即性状）传递给后代，使得后代和自己具有相似的表现。这种亲代与子代之间的相似表现就是遗传。俗话说“种瓜得瓜，种豆得豆”，就是指的遗传现象。这是在生物界普遍存在的客观现象。正是由于有遗传，才能保证各个物种或品种的特征和特性在无数连续世代中的相对稳定性。亦即水稻的后代仍是水稻，椰子的后代仍是椰子。而且糯稻的后代仍是糯稻，粳稻的后代仍是粳稻。总之，人们从来不用担心种瓜得豆、种稻得麦的事发生。

但是，生物界并不存在两个完全相同的生物，不论亲代与子代之间或是子代个体之间，总是有着不同程度的差异。生物个体间表现的差异，就是变异。俗话说，“一母生九子，九子各异”，就是指的变异现象。这也是生物界普遍存在的客观现象。例如，把一株水稻矮脚南特品种的种子种到水田里，长出来的许多水稻植株大体上都象亲代矮脚南特，而且子代个体之间的主要性状也基本相同，但细分起来，它们在株高，分蘖数，穗长，小穗数，每穗粒数，千粒重等各方面与亲代比较，或子代个体之间比较都或多或少有差异，甚至同型双生（一卵双生）的兄弟也不会完全一模一样。有时还会产生较大的变异，如高秆水稻品种中出现矮秆植株，晚熟作物品种中出现早熟植株。正是由于有变异，才能保证生物界形成各种各样的物种以及在生产上所需要的各种类型的品种，才能使生物得以进化发展。

二、遗传与变异的关系 由上述得知，遗传和变异是一切生物共有的特性。任何生物既有遗传的一面，又有变异的一面，两者是互相联系、互相依存和互相对立的。遗传是生物不变的一面，保守的一面；变异是生物改变的一面，发展的一面。如果没有遗传，生物类型就不能相对稳定，而是变来变去，种咖啡长出胡椒，养母猪生出老鼠，地球上就不能有相对稳定的物种和品种了！如果没有变异，生物类型就不能改变，上下代间和子代个体

间完全一样，生物就不能进化发展，也就不可能形成现代复杂纷繁、形形色色的物种和品种了。总之，遗传使变异所获得的新性状保存下来，延续下去；变异打破遗传的稳定性，使生物获得新的性状。生物就是不断地变异，不断地获得新的性状，又不断地通过遗传，使获得的新性状传递下去，如此循环往复的对立统一，推动着生物的进化发展。

三、遗传和变异的物质基础 生物的遗传和变异必然有其物质基础，这个物质基础是什么？经过许多遗传实验研究，早已弄清楚控制生物遗传和变异的物质是基因。基因是什么呢？从化学上讲，基因是脱氧核糖核酸（DNA）大分子上的一个小片段。基因大多存在于细胞核里的染色体上，少数存在于细胞质的细胞器内。实际上，生物性状不是从上代直接遗传给下代的，性状本身并不能直接遗传。从亲代直接遗传给后代的是基因。若上代遗传给下代的基因保持不变，则上下代的性状相同，表现遗传现象；若上下代的基因发生了改变，则后代的性状就不同于亲代，表现变异现象。

第二节 遗传与环境

一、表现型是基因型与环境条件相互作用的结果 生物生殖后代，繁衍种族，主要是通过有性繁殖和无性繁殖两种方式实现的。在有性繁殖的情况下，双亲传给子代的只是精子和卵子，精子和卵子就是亲子两代之间的联系桥梁，它们携带有来自双亲的遗传物质——基因。精子和卵子受精结合成为受精卵（合子），子代的个体发育就由此开始。即受精卵在适宜的环境条件中，按照双亲传递下来的基因所控制的途径和方式，不断地进行新陈代谢，从而通过一系列的细胞分裂分化而生长发育成为具有各种具体性状的子代个体。在无性繁殖的情况下，则由亲代的部分体细胞经过分裂分化而生长发育成为子代个体。生物性状的遗传和变异就是通过生物的生长发育和繁殖表现出来的。由于不同的生物具有不同的基因，因此它们的发育途径和方式就彼此不同，新陈代谢类型就有差异，因而发育成长的性状就各不相同了。也就是说，生物的性状都是由相应的基因控制和决定的，任何性状都有其遗传物质基础。例如，日光

红玉米品系具有日光红基因，在光照条件下茎叶呈淡红色，表现日光红性状；普通玉米品系不具有日光红基因，在光照条件下茎叶呈绿色，不表现日光红性状。小麦的有芒和无芒性状是由有芒基因和无芒基因分别决定的，等等。

但是，是不是生物只要具有某种基因就一定表现出某种性状呢？不一定。从基因到性

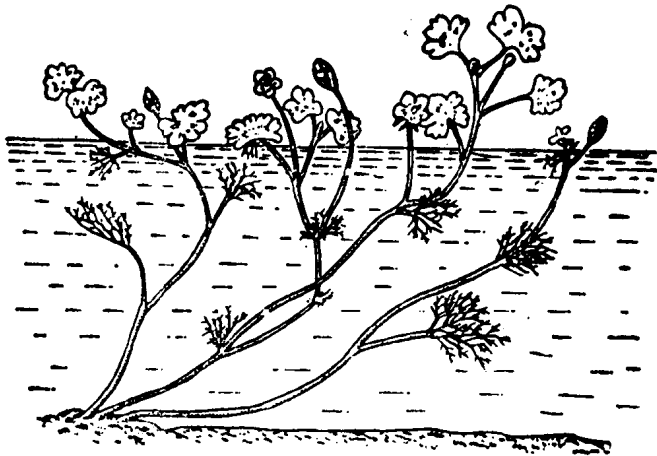
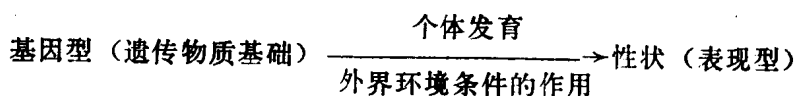


图1-1 水生毛茛

状之间还存在着或长或短的个体发育过程，正如基因不同可使性状发生差异一样，环境条件不同也可使性状发生差异。这是因为一切生物都是在一定的环境条件下进行生长发育和繁殖的，环境条件的任何改变都可能对基因的表现产生影响，使生物的发育途径和方式发生改变，新陈代谢类型也跟着发生改变，从而表现出不同的性状。因此，具有完全相同基因的生物体，由于生长的环境条件的不同有时会表现出不同的性状。例如，同一株水生毛茛，长在水里的叶子，叶裂多而深，叶子呈丝状；长在水外的叶子正常，呈扁平掌状（图^{1—1}）。玉米日光红品系也如此，同一植株暴露在阳光下的茎叶部分呈淡红色，表现日光红性状；被遮光的茎叶部分呈绿色，不表现日光红性状。这就是具有同样基因的茎叶，因所遇到的环境条件不同而表现出不同性状的例证。

综上所述，可以得出这样的结论：性状不仅决定于它的相应基因，也决定于它所遇到的具体环境条件。也就是说，表现型是基因型和环境条件相互作用的结果。在遗传学中，性状与其相应的基因组成是两个不同的概念，用表现型和基因型分别表示。基因型（又称遗传型）是生物体的基因组成，它只是性状发育的潜在可能性，是否能表达成某种性状则由环境条件决定。表现型（又称表型）是生物体表现出来的一切性状，它是基因型与外界环境条件共同作用的产物。基因型与表现型的关系可以图解表示为：



这个图解的意思是，基因型是要在一定的个体发育阶段上和一定的外界环境条件下才能成为它的表现型。例如，有芒晚稻品种的有芒基因型必须等待其植株发育到抽穗阶段以后才能表现出有芒性状，而要抽穗则必须一定的短日照条件，若环境中不能满足这个条件，即使水、肥和温度等条件很合适也不会抽穗，当然也就不会表现出有芒性状了。因此，有芒性状的产生必须具备两个条件，一是有芒基因，二是短日照，任缺其一都不能表现出有芒性状来。水稻有芒基因的存在为产生有芒性状提供了一种可能性，要把这种可能性变成现实性，还必须加上短日照这个条件才行。但是，具有无芒基因型的水稻满足短日照条件也不能产生有芒性状，说明无芒基因对有芒性状的产生，连可能性都没有，当然也就不可能变成现实性了。这说明基因型是性状表现的內因或依据，环境条件是性状表现的外因，內因要依赖于外因的作用才能得以表现，外因要通过內因才能发挥作用，两者相互依存，缺一则遗传性状即不可能表现出来。

应该指出，在决定遗传性状的表现上，或者说在决定表现型上，基因型与环境的作用又是复杂的，在大多数情况下，前者起主导作用，但有时后者起主导作用或重要作用。例如，水稻的有芒和无芒，玉米的糯粒和非糯粒，豌豆的皱粒和圆粒，无论种在南方和北方，无论种在肥地和瘦地，它们的外界环境条件虽然不相同，但它们的表现型与基因型总是一致的。亦即有芒水稻这种基因型，无论种在什么条件下，只要能抽出穗子来，穗子总是有芒的；而无芒水稻，无论种在什么条件下，只要抽出穗子就是无芒的。此外，当把白菜和萝卜种在尽量相同的田间条件里，白菜的种子长出来的植株仍旧是白菜，萝卜的种子长出

来的植株仍旧是萝卜，等等。这些例子不仅说明基因型在决定表现型上起了主导作用，同时也说明了生物的遗传物质基础是相当稳定的，即使处于不同的条件下，同种生物的不同个体仍具有大体相同的表现型。至于环境条件有时对表现型起主导作用，上述的水生毛茛和日光红玉米就是例证。环境条件对表现型起重要作用的例子也不少，象农作物的果实和种子的大小、种子的千粒重等经济性状，其大小、轻重随栽培条件优劣而相应变化。总之，表现型是基因型和环境条件相互作用的结果，在性状的表现上一般基因型起主导作用，有时环境条件起主导作用或重要作用。既不能把基因的作用绝对化，也不能有环境条件万能论，而是要用辩证的观点对具体情况作具体分析。

二、遗传的变异和不遗传的变异 遗传和环境的相互关系，还表现在遗传的变异和不遗传的变异方面。生物在个体发育和生殖过程中，由于遗传物质的改变或者由于外界环境条件的影响都会引起性状的变化。亦即变异既有遗传的原因，也有环境的原因。生物的性状变异是多种多样的，根据变异能否遗传，可分为遗传的变异和不遗传的变异两类。

遗传的变异是指生物体内遗传物质发生变化所产生的变异。这类变异发生后就能连续遗传给后代。例如，水稻的有芒变成无芒，玉米的非糯性变成为糯性，小麦的白籽粒变成为红籽粒等。这类变异在生物界广泛存在，我们要特别重视这类遗传的变异，因为它是新品种选育和原有品种退化的根源。

不遗传的变异是指同种或同品种的生物处于不同的环境条件下在个体间产生的差异。这类变异只在当代表现，它仅影响到个体发育，一般没有引起遗传物质发生变化，不能遗传给后代。如果下代引起变异的条件消失了，变异也就随之消失了。所以把这类变异称为不遗传的变异。例如，生长在同一林段里的橡胶品系 PR 107，即使是相邻的植株间，它们所遇到的外界环境条件如阳光、养料、水分等，也并不是完全一样的，因此它们在株高、茎围、胶乳产量和树冠大小等都会表现出差异。这些差异是由于环境条件不同所产生的表现型的改变，并没有改变品种的遗传物质，所以是不遗传的变异。不遗传的变异对生物新类型的形成和新品种选育毫无作用。

在生物界里遗传的变异和不遗传的变异往往同时存在，或者同时影响一个性状。要区别这两类变异，有时容易，有时比较困难。例如，在高秆水稻品种的稻田里发现了几株矮秆植株，其中有的可能是由于遗传物质基础改变引起的，是遗传的变异；有的可能是由于水肥条件不足引起的，是不遗传的变异。如何区分这两类变异性质不同的植株呢？办法是按株分别收集种子，翌年把种子按株行同时种在条件基本一致的环境下，前者的株行仍然是矮秆的，后者的株行则长成高秆水稻植株。在育种工作中，严格地区分这两类变异是十分重要的，因为我们进行新品种选育时，所需要的是那些能够遗传的变异，不需要不遗传的变异。只有掌握了生物变异的种类和实质，才能准确地选取自然界里出现的能遗传的变异，作为育种的原始材料或直接培育成新品种。对于那些仅仅是表现型改变的不遗传的变异，就不必多花费力气了。

第三节 遗传与进化

遗传学研究生物遗传、变异的规律和机理，进化论则研究生物物种的起源和演变过程。遗传学的研究不仅对生物进化提供了更多的证据，而且更重要的是对生物进化的根本原因和历史过程作出了科学的解释，充实和发展了生物进化理论。

一、生物进化的概述 现代科学的大量资料说明，地球上的生命是起源于没有生命的无机物，当今复杂的生物界就是由无机物演变、发展进化来的。生物进化，就是在地球的历史发展过程中，从生命产生开始，经过长期演变、发展形成今天种类繁多，结构、体形复杂的生物类型。这个过程所经历的时间是极其悠久的。大约距今 40 亿年前产生了生命，32 亿年前出现了细菌类原核生物，6 亿年前才大量出现各种植物和动物。

生物进化论认为，不同种类的生物在历史上都有共同祖先，各种生物之间有着不同程度的血缘关系。人类也不例外，人也是从单细胞生物演变发展来的，人兽同祖可以从胚胎学、比较解剖学等找到大量的证据。

生物进化的演变过程是怎样呢？据推测，地球上最初产生的原始生物，是类似于噬菌体、病毒一类的原核生物，它们向着两个方向发展：一部分是体内具有叶绿素能进行光合作用，自己制造养料以供需要，发展成为复杂的自养型生物——植物；另一部分体内没有叶绿素，不能进行光合作用和制造养料，要靠它种生物来生活，发展成为复杂的异养型生物——动物。不论是植物还是动物，它们进化的演变过程都是从单细胞到多细胞，从水生到陆生，从简单到复杂，从低等生物发展到高等生物，这也就是生物进化的基本规律。

二、遗传、变异和选择是生物进化的三大要素 现在地球上的生物种类繁多，千姿百态，五光十色，估计动物有 110 万种，植物有 39 万种。其中有的低级，有的高级；有的简单，有的复杂；有的小，有的大。高级复杂的巨大哺乳类动物如鲸类，舌头可重达 2t；小的简单的微生物则要用显微镜才能看到。而且，不论何种生物，它们的形态结构都适应于它们所居住的环境条件。比如，鲸类居住在海洋里，样子象鱼，四肢变成了鳍，适于水中运动；水稻生活在水田里，根长在泥土里适于吸收水分和养分，茎叶长在土外适于进行光合作用和呼吸作用，基部节间分布着较大的气腔适于水生环境。这就是生物的多样性和适应性。

为什么生物种类如此繁多且都适应各自的居住环境呢？也就是生物进化的原因是什么呢？对这个在历史上不知难倒过多少人的问题，英国自然科学家达尔文于 1859 年发表了《物种起源》一书，第一次用生物的遗传、变异和选择三个要素作出了科学的解释。他认为不论在自然界或栽培条件下，生物体的变异都是广泛存在和不断发生的，变异提供了生物的多样性，遗传则巩固了这些变异，通过自然选择只选择那些适应于环境条件的变异和淘汰那些不适应环境条件的变异，并使不同的变异向各自不同方向累积加强和发展，这样经过漫长的选择和演变过程，就从一个原始的生物类型进化成为许多适应于各自环境条件的新物种了；同理，通过人工选择，人们向不同方向选择各自喜欢的那些变异个