



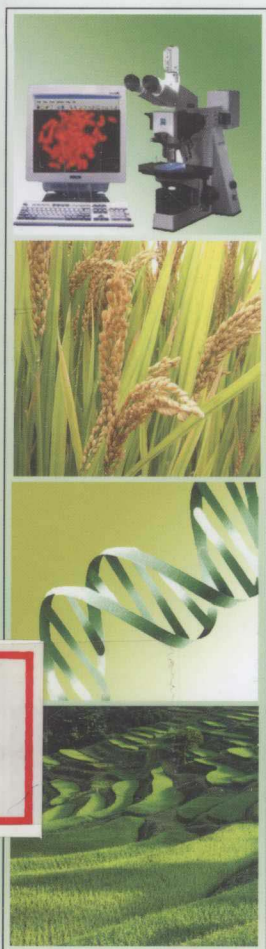
高职高专教育“十一五”规划教材

作物

ZUOWU
YICHUANYUZHONG

遗传育种

王孟宇 刘弘◎主编



中国农业大学出版社

ZHONGGUONONGYEDAXUE CHUBANSHE

高职高专教育“十一五”规划教材

作物遗传育种

王孟宇 刘 弘 主编

中国农业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

作物遗传育种/王孟宇,刘弘主编. —北京:中国农业大学出版社,2009.3
ISBN 978-7-81117-626-1

I. 作… II. ①王…②刘… III. 作物育种:遗传育种 IV. S330

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 181819 号

书 名 作物遗传育种

作 者 王孟宇 刘弘 主编

策划编辑 姚慧敏 董 田 伍 斌

责任编辑 冯雪梅 乔红光 李美怡

封面设计 郑 川

责任校对 陈 莹 王晓凤

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路2号

邮政编码 100193

电 话 发行部 010-62731190,2620

读者服务部 010-62732336

编辑部 010-62732617,2618

出 版 部 010-62733440

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

e-mail cbsszs @ cau.edu.cn

经 销 新华书店

印 刷 北京时代华都印刷有限公司

版 次 2009年3月第1版 2009年3月第1次印刷

规 格 787×980 16开本 22.25印张 400千字

定 价 31.00元

图书如有质量问题本社发行部负责调换

前 言

高等职业教育是我国高等教育的重要组成部分,是高等教育的另一种类型,以培养面向生产、建设、服务和管理第一线的高素质技能型人才为目标。为适应高职高专教育发展的需要,中国农业大学出版社组织有关院校具有作物遗传育种教学、科研和生产实践经验的教师、专家,本着基础知识“必需、够用”,加强能力和技能培养的原则,结合行业各部门对农业高职人才的需要,编写了这本高职高专教材。该教材在编写过程中着重突出了以下特点。

1. 教材体系系统性强。本教材分为作物遗传学基础、作物育种方法和实验实训三部分,对教材一、二单元的内容进行了整合、删减和提炼,加大了实验实训内容,始终围绕高素质技能型人才的培育,符合高职高专人才培养的要求,突出高职高专教材特点。

2. 编写体例进行了大胆创新。每章首先安排了知识目标和技能目标,使学生一开始就知道自己要掌握的知识点和需要具有的能力体系,利于学生带着问题进行学习,有目的地培养自己的能力,同时也便于教师组织教学。教材增加了知识链接,介绍学科人物、最新的应用成果和前景,拓展了学生的知识,增强了学习积极性,保证了教材先进性。教材针对高职高专学生的特点设计了复习思考题,有利于巩固学生所学的知识。该书体例从目标开始到复习巩固,逻辑关系清楚。

3. 内容上有新突破。在注重内容连贯衔接的同时,以科学的思维模式构建教材内容,注重方法和能力的传授,强调实用性。教材既考虑了相关的知识和能力体系,又结合了高职高专的知识层次。

4. 具有科学性和实用性。本教材为高职高专学生编写,适用于农业类专业。教材注重学科的结构和特点,内容规范,文字通俗易懂,图文并茂,力求理论联系实际,学以致用。既不同于本科教材,也不同于实用技术读本。本教材也可以作为农业高中、农业中专相关专业教师、学生的参考书。

5. 各章节的内容安排合理。在编写中按章节重点合理安排权重,使教材内容轻重有序,教师讲授有规律可循。

本教材分为3个单元,第一单元第一、九章,第二单元第二、八章,实验实训三、十三由王孟宇编写;第一单元第二章,第二单元第一、七章,实验实训一、二由刘弘编写;第一单元第四、五章,第二单元第四章,实验实训十、十一、十二由霍志军编写;第一单元第六、七、十章,第二单元第五、六章,实验实训五、六、七由孙君艳、张

目 录

第一单元 作物遗传学基础

第一章 遗传、变异和选择	2
第一节 生物的遗传与变异	2
第二节 遗传变异与生物进化	5
第三节 遗传学发展简史	7
复习思考题	10
第二章 遗传的细胞学基础	11
第一节 细胞的主要结构和功能	11
第二节 染色体形态、结构和数目	14
第三节 细胞分裂与染色体行为	18
第四节 植物的繁殖	23
复习思考题	29
第三章 遗传物质的分子基础	30
第一节 DNA 作为主要遗传物质的证据	30
第二节 核酸的化学结构与自我复制	34
第三节 DNA 与蛋白质合成	37
第四节 基因的本质及表达调控	43
复习思考题	50
第四章 孟德尔遗传定律	51
第一节 分离规律	51
第二节 独立分配规律	57
第三节 孟德尔规律的补充与发展	63
复习思考题	69
第五章 连锁遗传规律	70
第一节 连锁遗传的表现	70
第二节 连锁遗传的原理	71
第三节 交换值及其测定	75

第四节 基因定位与连锁遗传图	77
第五节 连锁遗传规律的应用	83
复习思考题	85
第六章 基因突变和染色体变异	86
第一节 基因突变	86
第二节 染色体结构变异	92
第三节 染色体数目变异	101
复习思考题	109
第七章 数量性状遗传	110
第一节 数量性状的遗传特征	110
第二节 数量性状遗传的多基因假说	112
第三节 遗传率	115
复习思考题	119
第八章 细胞质遗传	120
第一节 细胞质遗传的概念和特征	120
第二节 植物雄性不育的遗传	122
复习思考题	128
第九章 近亲繁殖和杂种优势	129
第一节 近亲繁殖及其遗传效应	129
第二节 纯系学说	133
第三节 杂种优势	134
复习思考题	144
第十章 群体遗传与进化	145
第一节 基本概念	145
第二节 群体的遗传平衡	147
第三节 改变群体遗传组成的因素	151
复习思考题	157

第二单元 作物育种方法

第一章 育种与农业生产	160
第一节 作物的育种目标	160
第二节 品种及其在农业生产中的作用	164
第三节 作物育种的成就与展望	166

复习思考题	170
第二章 种质资源与引种	171
第一节 种质资源	171
第二节 引种	177
复习思考题	188
第三章 选择育种	189
第一节 性状鉴定与选择	189
第二节 选择育种的程序	195
复习思考题	199
第四章 杂交育种	200
第一节 杂交育种	200
第二节 杂交育种程序	211
第三节 回交育种	212
第四节 远缘杂交育种	215
复习思考题	219
第五章 杂种优势利用	220
第一节 杂种优势利用的现状与度量	220
第二节 利用杂种优势的方法和技术	223
第三节 玉米杂种优势的利用	230
第四节 雄性不育系的选育	237
第五节 自交不亲和系的选育	239
复习思考题	241
第六章 诱变育种和倍性育种	242
第一节 诱变育种	242
第二节 倍性育种	249
复习思考题	252
第七章 现代生物技术在作物育种上的应用	254
第一节 植物细胞工程育种	254
第二节 转基因技术与作物育种	261
第三节 分子标记辅助选择育种	265
复习思考题	270
第八章 品种审定、区域化鉴定、保护和推广	271
第一节 品种审定	271

第二节 品种区域化鉴定.....	275
第三节 品种保护与推广.....	277
复习思考题.....	282
第九章 良种繁育	283
第一节 品种的混杂及其防止方法.....	284
第二节 作物良种繁育的基本程序及方法.....	285
第三节 种子质量检验.....	296
第四节 种子管理.....	304
复习思考题.....	309
第三单元 实验实训	
实验实训一 作物根尖压片技术及有丝分裂观察.....	310
实验实训二 植物花粉母细胞减数分裂的制片与观察.....	312
实验实训三 品种比较试验的设计和种子准备.....	314
实验实训四 植物多倍体诱导及其细胞学鉴定.....	315
实验实训五 植物花药培养技术.....	317
实验实训六 水稻三系的观察.....	321
实验实训七 育种试验地区划.....	324
实验实训八 育种试验地的播种.....	325
实验实训九 育种试验地的田间调查.....	326
实验实训十 主要作物有性杂交技术.....	328
实验实训十一 玉米自交与杂交技术.....	331
实验实训十二 自花授粉作物杂种后代的选择与鉴定.....	333
实验实训十三 作物室内考种.....	335
参考文献	339

第一单元 作物遗传学基础

遗传学(genetics)是研究生物遗传和变异的科学。遗传(heredity)和变异(variation)是生物界最普遍和最基本的两个特征,也是各种生物的共同特性,二者密切相关。遗传学研究的主要内容是生物遗传、变异的基本规律,遗传的物质基础,尤其是遗传物质的化学本质和遗传物质的传递、表达及人类对遗传变异的控制和利用等。这些问题的阐明,直接涉及生命起源和生物进化的机理,对探索生命起源、细胞起源与生物进化等重大课题将起到十分重要的作用。同时,它也是一门密切联系实际的基础科学,是指导植物、动物和微生物育种工作的理论基础。

遗传学研究的任务在于阐明生物遗传和变异的现象及其表现的规律;探索遗传和变异的原因和物质基础,揭示其内在的规律;从而进一步指导动物、植物和微生物的育种实践。

第一章 遗传、变异和选择



知识目标

- ①了解生物遗传、变异的概念；了解生物遗传与变异、遗传与环境的关系。
- ②了解遗传变异与生物进化的关系。

技能目标

学会观察自然界中生物的遗传、变异现象。

第一节 生物的遗传与变异

一、遗传

生物子代与亲代的相似性称为遗传。任何一种生物在繁殖后代绵延种族的过程中，其子代与亲代以及子代与子代之间，都能保持着相似的性状。俗话说：“种瓜得瓜、种豆得豆”。小麦种下去，总是长成小麦，世界上有亿万种生物，每种生物都具有使其子代保持与亲代相似的本能，从而保持了各种生物的相对稳定。

为什么生物的子代能够发育出与亲代相似的性状呢？简单而言，这是由于生物在繁殖的过程中，子代接受了从亲代传下来的成套遗传物质，子代按照这套遗传物质，发育成与亲代相似的各种性状。生物的各种形状，如小麦的长芒与短芒，红粒与白粒，抗锈病与感锈病等都是由相应的遗传物质控制着，这种控制各种性状遗传的基本物质单位，在遗传学上统称为“基因”，例如长芒与短芒基因，红粒与白粒基因，抗锈病与感锈病基因等。基因具有相对的稳定性，因而各种生物性状也具有相对稳定性。

二、变异

子代与亲代之间以及子代不同个体之间的相异性称为变异。俗话说：“一母养九子，九子各不同”，就是指变异现象。事实上在生物界中，子代与亲代之间以及同一亲本子代的不同个体之间，也不是完全一模一样的，他们有些性状也表现出彼此不同。

地球上的任何生物或任何品种，其子代与亲代以及子代的不同个体之间，总是既有“大同”，又有些“小异”，世界上没有绝对相同的两个生物个体，也没有绝对不变的物种，其根源就在于生物具有变异的特性。例如，目前栽培的水稻品种有数千个之多，但是考查它们的历史，都起源于少数的野生稻种，现在它们之所以有各种不同的性状，就是因为水稻在长期世代相传的种族繁衍过程中，不断发生变异和经过不断选择的结果。

生物性状的变异有的能够遗传给后代，叫“可遗传的变异”；有的不能遗传给后代，叫“不遗传的变异”。可遗传的变异是由于遗传物质发生变化所产生的变异，可遗传的变异主要由基因的重组、基因的突变、染色体数量和结构的改变、细胞质变异引起。外界因素的作用是变异的基本条件，但必须通过生物体内部遗传物质的变化，这种变异才能够遗传给后代，例如，用放射性物质处理某一作物品种，使其遗传物质发生分子结构的变化，从而产生能够遗传的变异；再如我们用不同性状的品种进行杂交，使双亲的遗传物质在杂种后代发生重新组合，这样的变异也能遗传。但是，如果外界条件的影响仅仅使某些性状的表现发生了改变，而遗传物质并未改变，那么这种变异就不能遗传给后代了，这就是不遗传的变异。不遗传的变异是因环境的不同而产生的变异，这类变异仅仅限于当代，并不遗传，如果引起变异的条件消失，则变异消失。例如，我们在营养和光照条件都特别好的地方选得了一株穗大粒多的变异植株，下一年把它种在一般的大田里，并没有表现出穗大粒多的性状，这说明这个性状的改变是由于环境条件优越而引起的，而植株体内的遗传物质并没有发生改变，所以这种变异是不能够遗传的。不遗传的变异在作物育种上是无效的，但在良种的丰产栽培上却具有非常重要的意义。

以上两类变异有时容易分清，有时则不易分清。例如长芒小麦的后代中产生了无芒变异，红粒高粱的后代中出现了白粒变异等，类似这样的变异一般是能够遗传的。但在实践中两类变异往往是交织在一起的，例如在杂种后代或人工引种的后代中，有的变高，有的变矮；有的穗变大，有的穗变小，这些变化既可能是因为遗传物质的变化所引起，也可能是因为地力不均所造成，或是两者共同造成的。因此正确区分这两类变异在作物育种工作上具有十分重要的意义，只有采用正确的试验方法，分清两类不同的变异，避免误选不遗传的变异，才能提高育种的成效。

三、遗传与变异的关系

生物在世代相传的种族繁衍过程中,既有遗传,已有变异,二者既是对立的,又是辩证统一的,是矛盾统一体的两个方面。

遗传代表着生物相对不变的一面,生物就是靠着遗传才能保持种族的相对稳定,农作物品种也是靠着遗传才能保持原有的优良性状。然而这种不变只是相对的,变才是绝对的。假如生物没有变异,就不可能出现各种新的类型,也就不能适应复杂变化的自然界,生物的发展进化以及人类选育新的品种也就不可能了,反之,假如没有遗传的稳定性,而生物的性状随时变化,也就不可能存在具有一定性状的物种和栽培品种了。

由此看来,各种生物必须是既能变异,又能将变异了的新性状遗传下去,再一次变异,再一次遗传,也正是在这种变与不变的对立统一的运动中,生物才得到了不断的发展与进化。

四、遗传与环境

人们常常有一种不正确的概念,认为生物的性状可以直接遗传。按照这个概念,小麦“有芒”性状,应该在受精卵里有一个小麦芒的雏形,推之在人的受精卵里有一个小人的雏形,然后在发育过程中,在逐渐把它放大,这种概念是完全错误的。遗传物质是性状发育的基础,但这只是一种发育的可能,只有在个体发育中,遇到适当的环境条件,遗传物质的性状才能表达出来,可见生物的性状是遗传物质和外界环境条件共同作用的产物,即:

$$\text{遗传物质} \xrightarrow[\text{个体发育}]{\text{外界环境条件}} \text{性状}$$

遗传学上常引用具有日光红性状的玉米品种,这种玉米的茎秆、叶片、苞叶等暴露在日光的部分表现出淡红色,如果把植株的某个部分遮住,被遮光的部分就不表现红色,可见这种玉米具有日光红的遗传物质,但这个性状能否表达,这要看它遇到的环境条件而定。水生毛茛也说明了这个问题,同一株水生毛茛,生活在水面上的叶子呈正常的扁叶;而生活在水面下的叶子,则叶裂多而深,长成丝状,以抵抗水流的影响。这充分说明,具有同样遗传物质的叶子,由于所遇到的环境条件的不同,而有不同性状的表现。

然而遗传与环境的作用是复杂的,不能由上面的例子就得结论说,环境在决定遗传性状的表现上,总是起着主导作用。实际上,生物的遗传是很保守的,即使在

不同的条件下,同种生物的不同个体仍具有相同的表现性状。例如糯稻与非糯稻,皱豌豆与圆豌豆,无论在南方或北方,无论种在旱地还是水田,它们的性状表现总是一致的。无芒小麦无论在南方或北方、旱地或水田种植,均表现无芒;有芒小麦无论在南方或北方、旱地或水田种植,均表现有芒,说明了遗传物质在生物性状表现上起了主导作用。

第二节 遗传变异与生物进化

一、生物进化的概念

当今的生物世界,种类极其繁多,性状千差万别。这些丰富多彩的亿万种生物是怎样产生的呢?这个问题长期以来就存在着争议。19世纪以前,由于科学发展的局限性,人们对于物种的形成,存在着唯心的观点,即上帝(神)造物的观点占着统治地位,把生物看作是上帝创造的,并且是一成不变的。随着科学的进步,许多唯物主义的思想家和科学家,通过长期观察和研究,逐渐产生了生物进化的思想。特别是著名生物学家达尔文,在1859年出版了《物种起源》,以极其丰富的事实,无可辩驳的证据,论证了现在的各种生物,都是由共同的最原始的祖先经过了极其漫长的岁月逐渐发展进化而来的,各种生物之间都有着或近或远的亲缘关系,达尔文的进化论在自然科学史上具有重大的意义,马克思和恩格斯都给予了高度的评价。

生物的进化,经历了一个由简单到复杂,由低级到高级,由少数到多数,由水生到陆生,由一个物种到另一个物种的演变历程。这个历程是极其悠久的,从原始生命的出现至今大概已有 32 亿年,而大量的生物是在距今约 6 亿年前才开始出现。生物进化的历程,已在古生物学、地质学、比较解剖学以及其他现代科学上取得了大量的资料和证据。例如,在植物的进化中,最原始的植物是生活在水中的简单藻类,由藻类进化到苔藓和蕨类植物,并移向陆地。古代蕨类植物的一部分进化成了裸子植物,裸子植物进一步进化成被子植物,并且现在还在不断地进化着。生物越进化,种类就越繁多,生物体的形态、结构就越完善,也就越能适应周围的环境而生存。通过生物进化的研究,已经肯定,人类的产生大致经历了以下的途径:

无机化合物→有机化合物→前细胞生命形态→单细胞生物→无脊椎动物
→鱼类→两栖类→爬行类 鸟类
哺乳类→古代类人猿→人

二、遗传、变异和选择是生物进化的基本因素

在生物的进化过程中,遗传变异是生物进化的基础,而选择却是进化的动力和条件,并能决定进化的方向。选择就是优胜劣汰,它包括自然选择和人工选择两个方面。

自然选择是指在自然条件下,能够适应环境的生物类型得以生存和繁衍下来,而不适应环境的生物类型则逐渐减少,最后被淘汰的过程,即适者生存,不适者被淘汰的过程。

在进化的漫长岁月里,生物的遗传物质及其性状在不断变异着,而自然环境也在不断地发生着变化。生物的变异本来是没有一定方向的,即具有各种变异的可能性,既有可能产生有利于自身生存发展的变异,也能产生不利的变异。然而在各种复杂或变化了的环境里,那些不适应新环境的原有类型和变异个体,必然会逐渐减少或根本不能生存而被淘汰。例如,在寒冷的条件下,不抗寒的变异个体被冻死;在高温干旱的环境里,耐高温能力差的变异个体最终也会被淘汰,而适应高温干旱环境的个体得到生存和发展。达尔文曾经发现在某些海岛上只生存着不会飞的和翅非常发达的两种昆虫,他认为这是由于在经常刮大风的海岛环境下,那些具有一般飞翔能力的昆虫容易被风刮到海里,而只有不会飞或飞翔能力特强的昆虫才能得到生存,就是说,大风这个自然条件对昆虫进行了选择,使有利于生存的变异逐代得到加强的结果。

由此看来,在不同的自然环境里之所以生存着不同的生物类型,是由于自然选择方向不同造成的。世界上所有的生物都是在不断产生变异的基础上,经过长期自然选择的结果。

人工选择是指人类按照自身的要求,利用各种自然变异或人工创造的变异类型,从中选择人类所需要的品种的过程。

达尔文通过对动、植物在家养和栽培条件下的变化过程的研究确定,所有栽培植物和饲养动物,都是由一个或几个野生种演变而来的。例如,目前饲养的家鸡品种有数百个,它们各有不同的性状特点,但不论是肉用型,还是蛋用型;不论是黑鸡或白鸡,都是起源于一种野生原鸡,它们之所以有不同的特点和用途,是由于按人类的不同需要,向着不同的方向选择不同的变异类型的结果。另外目前水稻的栽培品种已有数十万个,各有不同的性状和品质,但它们的祖先,一般认为是起源于我国广东、台湾的普通野生稻。

由于人类的需要是多方面的,对品种的要求也是不断变化的,因此,人工选择的新类型、新品种就越来越多,越来越符合人类的需要,性状就越来越优良。人工

选择丰富了自然界的生物类别,加速了生物的进化,所以动植物新品种的选育也叫做“人工进化”。

第三节 遗传学发展简史

遗传学同其他学科一样,也是人们在长期的生产实践活动和科学实验中总结和发展起来的。在古代人们已经注意到了生物的遗传变异现象,如我国在春秋战国时期就有“种麦得麦,种稷得稷”的记载,就是对遗传现象的粗浅认识。劳动人民在长期的认识自然和生产活动中,还学会了一些改造生物的方法,并利用自然变异选育出了许多动、植物新品种,促进了农业生产的发展,而生产发展的需要,又推动了人们对遗传变异问题的探索。

19世纪中叶,英国学者达尔文和他的合作者,根据当时的生产成果和生物科学资料,广泛研究了生物遗传、变异和进化的关系。1859年他发表了《物种起源》的著作,提出自然选择和人工选择的进化学说,不仅否定了物种不变的谬论,而且有力地论证了生物是由简单到复杂,由低级到高级逐渐进化的,这是十九世纪自然科学中最伟大的成就之一。对于遗传和变异的解释,达尔文承认获得性遗传的一些论点,并提出泛生假说,认为动物每个器官里都普遍存在微小的泛生粒,他们能够分裂繁殖,并能在体内流动,聚集到生殖器官里,形成生殖细胞,当受精卵发育为成体时,各种泛生粒即进入各个器官发生作用,因而表现遗传。如果亲代的泛生粒发生改变,则子代发生变异。这一假说全属推想,并未获得科学的证实。

达尔文以后,在生物科学中广泛流行的是新达尔文主义。这一论说支持达尔文的选择理论,但否定获得性遗传。魏斯曼是新达尔文主义的首创者。他提出种质连续论,认为多细胞的生物体是由体质和种质两部分组成,体质是由种质产生的,种质是世代连绵不绝的,环境只能影响体质,而不能影响种质,故获得性状不能遗传。这一论点在后来生物科学中,特别是在遗传学方面发生了重大而广泛的影响。但是这样把生物体绝对地划分为种质和体质是片面的,这种划分在植物界一般是不存在的,而在动物界也仅仅是相对的。

真正有分析的研究生物遗传和变异是从孟德尔开始的。他在前人植物杂交试验的基础上,于1856—1864年从事豌豆杂交试验,进行细致的后代记载和统计分析,1866年发表了“植物杂交试验”论文,首次提出分离和独立分配两个遗传基本规律,认为性状遗传是受细胞里的遗传因子控制的。这一重要理论当时未能受到重视,直到1900年,才被狄·弗里斯、柴马克和柯伦斯三人同时发现。因此,1900年孟德尔遗传规律的重新发现,被公认为是遗传学建立和开始发展的一年。但是,

遗传学作为一个学科的名称,乃是贝特生于1906年首先提出来的。

与此同时,狄·弗里斯于1901—1903年发表了“突变学说”。约翰生于1909年发表了“纯系学说”,并且最先提出“基因”一词,以代替孟德尔的遗传因子概念。在这个时期,细胞学和胚胎学已有很大的发展,对于细胞结构、有丝分裂、减数分裂、受精过程,以及细胞分裂过程中染色体的动态等都已经比较了解。在魏斯曼“种质论”的基础上,细胞学的资料和孟德尔遗传的规律很快地结合起来了。

1906年贝特生等在香港豌豆杂交试验中发现性状连锁现象。1910年以后,摩尔根等用果蝇为材料进行了大量的遗传试验,同样发现性状连锁现象。于是结合研究细胞核中染色体的动态,创立了基因理论,证明基因位于染色体上,呈直线排列,因而提出连锁遗传规律,这已成为遗传学中的第三个基本规律。从而提出了染色体遗传理论,进一步发展为细胞遗传学。

1927年穆勒和斯特德勒几乎同时采用X射线,分别诱发果蝇和玉米突变成功。1937年布莱克斯利等利用秋水仙素诱导植物多倍体成功,为探索遗传变异开创了新的途径,并且在20世纪30年代随着玉米等杂种优势在生产上的利用,提出了杂种优势的遗传假说。

20世纪40年代以后,遗传学开始了一个新的转折,主要表现在两个方面:一是理化因素诱变;二是以微生物为材料,研究基因的原初作用、精密结构、化学本质、突变机制以及细菌的基因重组、基因调控等,取得了以往在高等生物研究中难以得到的成果,大大丰富了遗传学的基础理论,使遗传学的发展由细胞遗传学时期发展到微生物遗传学时期,进而发展到分子遗传学时期。应该提到的是,1941年比德尔等人开始用红色面包霉(亦称粗糙型链孢霉或链孢霉)为材料,着重研究基因的生理和生化功能、分子结构及诱发突变等问题。比德尔等人的研究证明了基因是通过酶而起作用的,提出“一个基因一个酶”的假说,从而发展了微生物遗传学和生化遗传学。

20世纪50年代前后,由于近代物理、化学等先进技术和设备的应用,在遗传物质的研究上取得了重大的进展,证实了染色体是由脱氧核糖核酸(DNA)、蛋白质和少量的核糖核酸(RNA)所组成,其中DNA是主要的遗传物质。1944年阿委瑞用试验方法直接证明了DNA是转化肺炎球菌的遗传物质。1952年赫尔歇和简斯在大肠杆菌的 T_2 噬菌体内,用放射性同位素进行标记试验,进一步证明了DNA的遗传传递作用。特别重要的是1953年瓦特森和克里克通过X射线衍射分析的研究,提出DNA分子结构模式理论,这是遗传学发展史上一个重大的转折。这一理论为DNA的分子结构、自我复制、相对稳定性和变异性,以及DNA作为遗传信息的储存和传递等提供了合理的解释,明确了基因是DNA分子上的一个片段,从

而奠定和促进了分子遗传学的迅速发展,进一步从分子水平上研究基因的结构和功能,揭示生物遗传和变异的奥秘。

20 世纪 70 年代初,分子遗传学已成功地进行了人工分离基因和人工合成基因,开始建立了遗传工程这一个新的研究领域。它是采用类似于工程设计的方式,把基因在体外人工地进行剪接和搭配,然后引入不同物种的受体细胞中,从而定向地改变生物的遗传性状。遗传工程的发展,使人类在改变生物性状上将取得更多的自由,它的深远影响,不仅在于可以打破物种界限,克服远缘杂交的困难,能够有计划地培育出高产、优质、抗逆等优良的动植物和微生物品种,大幅度地提高农业和工业的生产,而且将可以有效地治疗人类的某些遗传性疾病,并可能从根本上控制癌变细胞的发生,造福于人类。

20 世纪 90 年代初,美国率先实施的“人类基因组计划”,旨在测定人类基因组全部约 32 亿核苷酸对的排列顺序,构建控制人类生长发育的约 3.5 万个基因的遗传和物理图谱,确定人类基因组 DNA 编码的遗传信息。1987 年美国国会批准此计划,随后英国、法国、德国、意大利、丹麦也出巨资支持。不久,日本、苏联、印度陆续成立相应机构。1999 年中国争取到人类基因组合作任务,即第 3 号染色体的一段约 30 Mb 的项目,约占总体的 1%。近几年来,人类、水稻等生物的基因组框架相继公布。

21 世纪,遗传学的发展将进入“后基因组时代”,将进一步阐明人类及其他动植物的基因组编码的蛋白质的功能,弄清 DNA 序列所包含遗传信息的生物功能。

回顾遗传学 100 多年的发展历史,清晰地表明遗传学是一门发展极快的科学,差不多每隔 10 年,它就有一次重大的提高和突破。现阶段的遗传学不论在广度上和深度上都有着飞速的发展,它已从孟德尔、摩尔根时代的细胞学水平,深入发展到现代的分子水平。遗传学之所以能这样迅速的发展,一方面是由于遗传学与许多学科相互结合和渗透,促进了一些边缘科学的形成;另一方面由于遗传学广泛地应用了近代化学、物理、数学的新成就、新技术和新的仪器设备,因而能由表及里、由浅入深、由简单到复杂、由宏观到微观,逐步深入地研究遗传的物质基础和这些物质的功能,以及遗传物质是怎样控制生物性状遗传等重大问题。因此,现代的遗传学已发展有 30 多个分支,如细胞遗传学、数量遗传学、发育遗传学、进化遗传学、辐射遗传学、医学遗传学、分子遗传学和遗传工程等。其中分子遗传学已经成为生物科学中最活跃和最有生命力的学科之一,而遗传工程将是分子遗传学中最重要研究方向。采用这种新技术来改良种植的植物、饲养的动物以及微生物,将导致一次新的技术革命。无数的事实证明,遗传学的发展正在为人类的未来展示出无限灿烂美好的前景。