



高等职业教育（专科）“十三五”规划教材

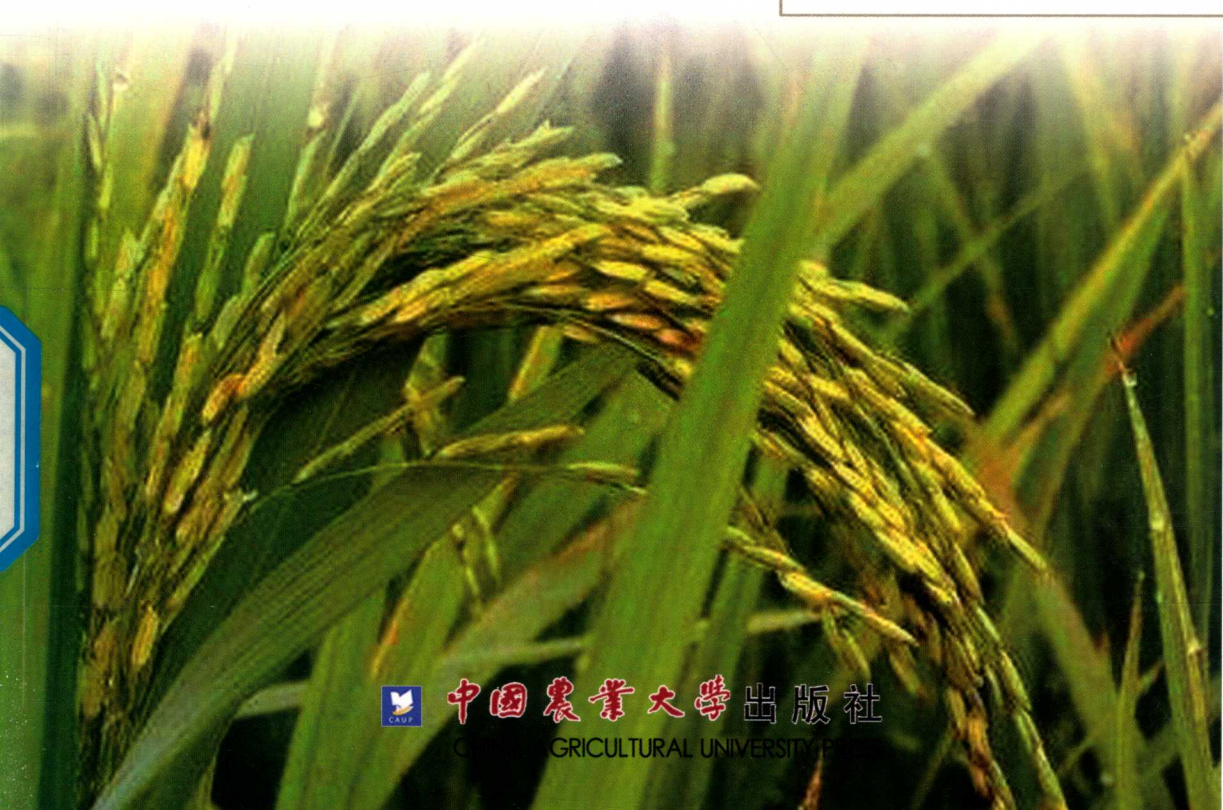
Zuowu
Yichuan Yuzhong

作物

第2版

遗传育种

王孟宇 主编



中国农业大学出版社

CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY PRESS



高等职业教育(专科)“十三五”规划教材

作物遗传育种

第2版

王孟宇 主编

中国农业大学出版社

·北京·

本书责任编辑为本书责任编辑

内 容 简 介

本书紧扣当前我国农业高等职业的教学特点,按照农业类培养“高素质技术技能型人才”目标,以技能培养为重点,坚持基本理论、基础知识“必需、够用”的原则,注重学生实际操作能力培养。本书介绍学科的最新研究进展,各章采用二维码的方式新增案例内容,有利于学生的后续学习能力培养。教材突出应用性、实用性、前瞻性,在编写体系和体例进行了创新,体系健全,做到了遗传、育种、实训的有机结合。全书分3个单元,第一单元为作物遗传学基础,共9章,分别是遗传、变异和选择,遗传的细胞学基础,遗传物质的分子基础,孟德尔遗传定律,连锁遗传,基因突变和染色体变异,数量性状遗传,细胞质遗传,近亲繁殖和杂种优势。第二单元为作物育种方法,共10章,分别是育种与农业生产,种质资源与引种,选择育种,杂交育种,杂种优势利用,诱变育种和倍性育种,生物技术在作物育种中的应用,品种的区域化鉴定、审定和推广,植物新品种保护,种子生产。第三单元为实验实训,共18个。

本书可作为高等职业院校种植类相关专业教材,还可作为农业中等职业学校教师、学生的参考书,也可供农业科技工作者参考。建议教学时数为90~120学时。

图书在版编目(CIP)数据

作物遗传育种 / 王孟宇主编. —2版. —北京:中国农业大学出版社,2018.1
ISBN 978-7-5655-1977-2

I. ①作… II. ①王… III. ①作物育种-遗传育种 IV. ①S33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 011641 号

书 名 作物遗传育种 第2版

作 者 王孟宇 主编

策划编辑 姚慧敏

责任编辑 冯雪梅

封面设计 郑 川

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 010-62818525,8625

读者服务部 010-62732336

编辑部 010-62732617,2618

出 版 部 010-62733440

网 址 <http://www.caupress.cn>

E-mail cbsszs @ cau. edu. cn

经 销 新华书店

印 刷 北京鑫丰华彩印有限公司

版 次 2018年1月第2版 2018年1月第1次印刷

规 格 787×1 092 16开本 20.25印张 500千字

定 价 53.00元

图书如有质量问题本社发行部负责调换

主 编 王孟宇 (云南农业职业技术学院)

副主编 霍志军 (黑龙江农业职业技术学院)

尚文艳 (河北旅游职业学院)

孙君艳 (信阳农林学院)

包雪英 (河北旅游职业学院)

编 者 黄荣利 (河北旅游职业学院)

纪丽丽 (黑龙江林业职业技术学院)

李学慧 (河南农业职业学院)

李淑梅 (信阳农林学院)

伴随现代农业发展,对农业高等职业人才的培养提出了“更高、更新、更具体”的要求,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从事作物遗传育种且具有教学、科技和生产实践经验的教授、专家,结合行业对农业高职人才的需要,编写了这本高职高专教材。作物遗传育种是种植业类专业的重要课程,教材编写按照遗传、作物育种、种子生产、实验实训顺序编写,教材适应学生今后到农业推广服务、种子生产与经营、农业育种、种子管理等岗位就业的需要,学习本课程应具备植物学、植物生理、作物生长与环境、植物病虫害防治等基础知识。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内容,并对教材一、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,始终围绕高素质技术技能型人才的培养目标,突出高职高专教材特点。

2. 编写体例进行了大胆创新。每章首先安排知识目标与技能目标,使学生一开始就知道自己要掌握的知识点和需要具备的技能,增强学习的目的性,同时也便于教师组织教学。教材每章增加了最新知识链接与案例,案例采用二维码方式呈现,教材凸显最新的应用成果、人物和前景,拓展学生的知识,增强学习积极性,保证教材先进性。教材还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点。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,以科学的思维模式为主线构建教材内容,注重方法和技能的传授,强调实用性。教材既重视知识和技能体系,又结合高职高专院校学生知识层次要求。

4. 具有科学性和实用性。本教材专为高职高专院校学生编写,既不同于本科教材,也不同于实用技术读本。教材内容规范,文字通俗易懂,图文并茂,理论联系实际,方便学生做到学以致用。本教材也可以作为农业中职教育相关专业教师、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,第二单元第二章,实验实训五、六、七、八、十四由云南农业职业技术学院王孟宇编写;第一单元第二章,第二单元第九章,实验实训一、二由河北旅游职业学院黄荣利编写;第一单元第三章,第二单元第一章,实验实训三由河北旅游职业学院尚文艳编写;第一单元第四、五章,实验实训四、十一、十二、十三由黑龙江农业职业技术学院霍志军编写;第一单元第六章由信阳农林学院孙君艳编写,第二单元第四章、第

五章由信阳农林学院李淑梅编写;第二单元第七章由信阳农林学院孙君艳、李淑梅编写;第一单元第七章,第二单元第十章,实验实训十五、十六由河南农业职业学院李学慧编写;第一单元第八章,第二单元第三章,实验实训九、十由黑龙江林业职业技术学院纪丽丽编写;第二单元第六章、第八章,实验实训十七、十八由河北旅游职业学院包雪英编写。

本书编写过程中得到了6所学校的大力支持,在此表示诚挚感谢。因编写时间紧迫,本书所引用部分内容未能与相关单位、作者一一联系,深表歉意。

由于编者业务水平有限,编写时间仓促,教材难免会存在缺点或不当之处,也难免会有疏漏,真诚欢迎广大读者、同行与专家教授给予指正,并提出宝贵意见,以便加以修正完善。

编者

2017 年 7 月

C 目 录

CONTENTS

第一单元 作物遗传学基础	1
第一章 遗传、变异和选择	3
第一节 生物的遗传与变异	4
第二节 遗传变异与生物进化	6
第三节 遗传学发展简史	7
复习思考题	9
第二章 遗传的细胞学基础	10
第一节 细胞的主要结构和功能	11
第二节 染色体的形态、结构和数目	13
第三节 细胞分裂与染色体行为	16
第四节 植物的繁殖	20
复习思考题	24
第三章 遗传物质的分子基础	26
第一节 DNA 作为主要遗传物质的证据	27
第二节 核酸的化学结构与自我复制	30
第三节 DNA 与蛋白质合成	34
第四节 基因的本质及表达调控	39
第五节 遗传工程	43
复习思考题	45
第四章 孟德尔遗传定律	47
第一节 分离规律	48
第二节 独立分配规律	51
第三节 孟德尔规律的补充和发展	56
复习思考题	60
第五章 连锁遗传	62
第一节 连锁遗传的表现及特征	63
第二节 连锁遗传原理	64
第三节 交换值及其测定	67

第四节 基因定位与连锁遗传图	69
第五节 连锁遗传的应用	73
复习思考题	74
第六章 基因突变和染色体变异	76
第一节 基因突变	77
第二节 染色体结构变异	82
第三节 染色体数目变异	89
复习思考题	96
第七章 数量性状遗传	97
第一节 数量性状的遗传特征	98
第二节 数量性状遗传的多基因假说	100
第三节 遗传率	102
复习思考题	107
第八章 细胞质遗传	109
第一节 细胞质遗传的概念和特征	110
第二节 植物雄性不育的遗传	112
复习思考题	116
第九章 近亲繁殖和杂种优势	117
第一节 近亲繁殖及其遗传效应	118
第二节 纯系学说	121
第三节 杂种优势	123
复习思考题	131
第二单元 作物育种方法	133
第一章 育种与农业生产	135
第一节 作物育种的目标	136
第二节 品种及其在农业生产中的作用	140
第三节 作物育种成就与展望	142
复习思考题	146
第二章 种质资源与引种	147
第一节 种质资源	148
第二节 引种	153
复习思考题	161
第三章 选择育种	162
第一节 选择育种的基本概念及特点	163
第二节 性状鉴定与选择	163
第三节 各类选择育种的程序	168
复习思考题	172
第四章 杂交育种	173

第一节 杂交育种	174
第二节 杂交育种程序	183
第三节 回交育种	184
第四节 远缘杂交育种	187
复习思考题	190
第五章 杂种优势利用	191
第一节 杂种优势利用的现状与度量	192
第二节 利用杂种优势的方法和技术	194
第三节 玉米杂种优势的利用	199
第四节 雄性不育系的选育	205
第五节 自交不亲和系的选育	208
复习思考题	209
第六章 诱变育种和倍性育种	210
第一节 诱变育种	211
第二节 倍性育种	218
复习思考题	224
第七章 生物技术在作物育种中的应用	226
第一节 细胞工程与作物育种	227
第二节 转基因技术与作物育种	233
第三节 分子标记辅助选择育种	236
复习思考题	240
第八章 品种的区域化鉴定、审定和推广	241
第一节 品种区域化鉴定	242
第二节 品种审定	245
第三节 品种示范和推广	249
复习思考题	252
第九章 植物新品种保护	253
第一节 植物新品种保护的意义	254
第二节 植物新品种保护要求	255
第三节 植物新品种保护方法	258
复习思考题	260
第十章 种子生产	261
第一节 品种的混杂及其防止办法	262
第二节 种子生产的基本程序及方法	264
第三节 种子质量检验	277
第四节 种子管理	282
复习思考题	285

第三单元 实验实训	287
实验实训一 作物根尖压片技术及有丝分裂观察	289
实验实训二 作物花粉母细胞减数分裂的涂抹制片技术和减数分裂观察	290
实验实训三 植物叶绿体 DNA 的提取	292
实验实训四 连锁遗传的验证	293
实验实训五 植物多倍体诱导及其细胞学鉴定	294
实验实训六 植物花药培养技术	296
实验实训七 水稻三系的观察	298
实验实训八 品种比较试验的设计和种子准备	300
实验实训九 育种试验地区划	301
实验实训十 育种试验地的播种	301
实验实训十一 主要作物有性杂交技术	302
实验实训十二 玉米自交与杂交技术	304
实验实训十三 自花授粉作物杂种后代的选择与鉴定	305
实验实训十四 作物室内考种	305
实验实训十五 主要作物优良品种识别	306
实验实训十六 优良单株后代的田间观察记载	307
实验实训十七 主要作物原种生产程序与方法	308
实验实训十八 主要农作物种子质量的田间检验	309
参考文献	312

第一单元

作物遗传学基础

第一章 遗传、变异和选择

第二章 遗传的细胞学基础

第三章 遗传物质的分子基础

第四章 孟德尔遗传定律

第五章 连锁遗传

第六章 基因突变和染色体变异

第七章 数量性状遗传

第八章 细胞质遗传

第九章 近亲繁殖和杂种优势



遗传学(genetics)是生物科学中的一门十分重要的理论科学,是研究遗传和变异的科学。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,防治遗传疾病,提高医疗水平,造福人类。随着遗传学的发展,遗传学研究的内容已渗透到生物科学的各个领域,使遗传学发展成为现代生物学中的重要学科。目前以细胞工程、基因工程为中心内容的生物技术已成为当代新技术革命的重点之一。学习遗传学在理论上和生产实践上都有着十分重要的意义。

遗传学是一门发展极为迅速的生命科学,迄今为止,遗传学已经有多个分支并先后形成学科,如人类遗传学、动物遗传学、植物遗传学、微生物遗传学、分子遗传学、遗传工程等学科,如果细分种类更多,如植物遗传学可分为作物遗传学、林木遗传学、蔬菜遗传学、花卉遗传学等。作物遗传学又可分为小麦遗传学、水稻遗传学、玉米遗传学、油菜遗传学、棉花遗传学等。这样细分起来,遗传学已接近百种之多,其充分说明了这个学科的重要性。

遗传、变异和选择

► 知识目标

1. 了解生物遗传与变异的概念。
2. 了解遗传学研究的内容,熟悉生物遗传与变异、遗传与环境的关系。
3. 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,因而各种生物的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:“一母生九子,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

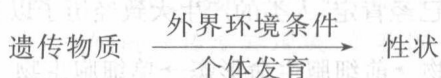
生物在世代相传的种族繁衍过程中,既有遗传,已有变异,二者既是对立的,又是辩证统一的,是矛盾统一体的两个方面。

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:



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。



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。

一、生物进化的概念

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:

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,而适应高温干旱的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,这是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,这是按人类的不同需要,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万个,各有不同的性状和品质,但一般认为它们的祖先是起源于我国广东、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称为“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代就有“种麦得麦,种稷得稷”的记载,就是对遗传现象的粗浅认识。

19世纪中叶,英国学者达尔文1859年发表了《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。这一假说纯属