



全国农民中等专业学校试用教材

果树遗传选育学

(北方本)

山东省教育厅 主编



吉林科学技术出版社

全国农民中等专业学校试用教材

果树遗传选育学

(北方本)

山东省教育厅 主编

主 审 石荫坪 陈赤宸
主 编 董继康
编 者 董继康 (第一至十五章、第十九章和实验一至五)
刘德育 (第十六至十八章)
张宝兴 (第二十、二十三章, 实验六、八、九)
刘玉通 (第二十一、二十二章, 实验七)
刘 伟 (第二十四、二十五章和实验十)

全国农民中等专业学校试用教材

果树遗传选育学

(北方本)

山东省教育厅 主编

责任编辑: 卢光园 王宏伟

*

吉林科学技术出版社出版 吉林省新华书店发行

桦甸县印刷厂印刷

*

787×1092毫米16开本 18印张 422,000字

1986年7月第1版 1986年7月第1次印刷

印数: 1—9,450册

统一书号: 16376·66 定价: 2.50元

前 言

1984年教育部委托河南、湖南、湖北、广东、山东、四川、辽宁、吉林、黑龙江省教育、高教厅（局）和北京市成人教育局负责组织编写的农民中等专业学校农学、果林、畜牧兽医三个专业的教材，共31种，除供全国农民中等专业（技术）学校使用外，也可作为同类专业中级技术人员培训班的课本，还可供农业中学、农村中级职业技术学校 and 普通高中及自学者选用。

我国农村正处在一个历史性的转变时期。农村经济开始向专业化、商品化、现代化转变，迫切需要培养各种专业技术人才和管理人才。目前全国已有农民中等专业（技术）学校和各类培训学校三千多所，随着农业经济的发展，各种农民职业技术学校还将会不断增多。这套教材就是为适应这一新形势的需要而编写的。

编写这套教材，以教育部颁发的全国农民中等专业学校农学、果林、畜牧兽医三个专业的各科教学大纲为依据。教材的内容符合农民中等专业（技术）学校的办学方向及培养目标，与现行普通农业中等学校同类专业的教材基本保持同等水平。为使这套教材具有农民中等专业学校的特点，符合成人学习的特点，在编写时突出了理论联系实际，学以致用原则，着重对具有实用与推广价值的专业基本理论和基础知识作了较为系统的阐述，并在此基础上，加强基本技能的训练，以增强学员在实际生产中分析问题和解决问题的能力。每章后面编有复习思考题，教材最后一般都附有实验、实习指导。为了配合教学四川省教育厅根据三个专业的教学大纲绘制了一套教学挂图，可供选用。

我国地域辽阔，各地的生产条件和生产情况不相同，所以农学、果林专业课分南、北方两种版本，其余基础课、专业基础课和专业课教材为全国通用。希望各地、各单位在使用教材时，从实际出发，因地制宜，补充一些符合当地生产实用的科学技术知识。

编写全国农民中等专业学校教材，还是初次尝试，尚缺乏经验。各地在使用教材时，请及时提出批评和建议，以便今后修改完善。

全国农民中等专业学校
教材编写领导小组

绪 论

一、果树遗传选育学的研究对象和任务

果树遗传选育学是研究果树品种的选育原理和良种繁育方法的一门综合性科学。果树遗传选育学的任务是利用现代遗传学的理论,研究实现果树良种化的方法和途径。对果树的种质进行科学管理,选育出符合人类要求的新品种或新类型,满足果树生产和消费对于品种的需求

二、果树优良品种在生产中的作用

实践证明,发展果树生产,提高果品产量和质量,必须从两方面着手才能奏效:一是选育优良的品种,二是改进栽培技术。优良品种是优质高产的内因和依据,栽培技术是优质高产的外因和条件,二者是相辅相成的。只有优良的果树品种,没有先进的栽培技术,或只有先进的栽培技术,没有优良的果树品种,都不可能获得满意的收成。良种要有良法栽培,既不能忽视品种的重要增产作用,也不可把优良品种看成是万能法宝而忽视栽培技术的改进。

果树优良品种,一般应具备高产、优质、适应性广、抗逆性强等综合优良性状。但是,优良品种往往是有地域性的,某品种在甲地区栽培,表现为高产优质,如果引种到乙地区,就可能表现为低产劣质,甚至不能正常生长。

三、果树遗传选育学发展简史

果树品种选育的发展历史是与人类物质文明和精神文明历史紧密相联的。随着人类定居生活的开始,对野生果树就逐渐进行有意识的保护和管理,出现了原始的果树生产。在长期的人工栽培影响下,时常会出现新的变异类型,人们便从好奇到有意识地进行选择和栽培,于是逐渐出现了原始品种。据文献记载,我国至少在西周时期,人们对品种就有了一定的认识。果树嫁接技术也是我国首先创造发明的,在《齐民要术》中已经有了详细的记载。我国南北朝时期,嫁接技术已经非常娴熟,成活率能达到“百不失一”。通过嫁接,保持了品种的种性,加速了良种繁育,促进了果树生产的发展。同时,由于改良了果树的种性和群体遗传结构,也促进了果树的进化,丰富了世界种质资源宝库。

人类在长期的生产实践中,不仅发现了变异性状可以遗传,也发现了变异性状可以逐代积累。十九世纪中叶,英国杰出的生物学家达尔文(1809~1882)通过大量考查和研究,发表了举世闻名的杰作《物种起源》,创立了进化论。在他的著作中,论述了自然选择对物种的创造性作用,为品种选育奠定了牢固的理论基础。后来著名的美国育种学家布尔班克(1849~1926)和苏联园艺家米丘林(1855~1935)都在达尔文学说的影响下对果树育种事业作出了重大贡献。

从1900年起,孟德尔(1822~1884)的遗传规律被重新发现后,遗传学进入飞速发展的时期,果树育种也进入了科学育种的新阶段。随着分子遗传学和其他科学技术的发展,在常

规育种的基础上，又先后开创出诱变育种、倍性育种等新的育种途径，并进而发展到体细胞杂交及人工提取基因、分割基因和合成基因，开创了“遗传工程”的新纪元。可以预言，随着现代遗传学和其他自然科学的发展，果树遗传选育学也必将进入一个崭新的时期。

四、我国果树选育工作的成就与展望

中国是最早发展果树生产的国家之一，我们的祖先在长期生产实践中，从无意识到有意识地对果树进行了选择和培育，创造出许多果树优良品种和类型，丰富了世界种质资源宝库，为全人类作出了巨大贡献。如桃、李、杏、梅、中国樱桃、中国栗、柿、中国枣、中国山楂、秋子梨、白梨、沙梨、沙果、柑、桔、甜橙、龙眼、荔枝等许多果树都是我国劳动人民选择培育出来的。有些优良品种，如肥城佛桃、莱阳茌梨、砀山酥梨、乐陵金丝小枣、昌平大磨盘柿子、黄岩蜜桔等至今仍驰名中外，深受国内外市场欢迎。

我国果树引种历史也很悠久，早在汉代就从中亚细亚引种成功了葡萄、石榴、核桃等，并经过长期的栽培，选育出了无核葡萄、软子石榴、薄壳核桃等许多珍贵品种或类型。

我们的祖先不仅在果树选择培育和引种实践中作出了卓越的贡献，而且对果树选择培育经验的总结和理论研究上也走在世界的前列。《齐民要术》和《荔枝谱》就是我国劳动人民经验和智慧的结晶，在世界范围内都曾产生过深远的影响。但是，由于我国近百年来在“三座大山”的压迫下，果树育种也和其他事业一样，得不到应有的发展，长期处于落后状态。建国后在党的领导下百废俱兴，果树育种事业也获得了新生。经过几年的努力，全国各省、市、自治区都进行了果树种质资源普查，并开展了群众性的实生选种和芽变选种工作，发现了许多宝贵资源，选育成功了许多优良品种。如辽宁发现了软核山楂，我国西北和东南地区发现了苹果砧木资源，新疆发现了苹果原始森林，从长白山到海南岛全国各地都发现了不同类型的猕猴桃等。在实生选种和芽变选种中也取得了巨大的成绩，如板栗生产自从开展实生选种以来，各地出现了很多变低产为高产的先进单位，为板栗生产开创了新局面。苹果、葡萄、柑桔等是芽变频率较高的果树，经过几年的努力从中也选出了不少优良品系。

建国后全国各地引种更为普遍，黄河故道和秦岭以北广大地区都引种成功了苹果，并先后发展成为苹果生产基地。西藏高原也利用当地的某些小气候地段试栽成功了苹果、梨、桃等许多种果树。在国际引种方面，不仅引进了葡萄、苹果等许多优良品种，也成功的引进了苹果矮化砧木品种。有些地区经矮化密植试验后，正在大面积推广应用。

果树有性杂交育种成绩更为突出，各地育成的优良品种不胜枚举。如苹果中育成了辽伏、胜利、秦冠、伏帅、金红等；葡萄育成了北醇、公酿1号、早红等；桃育成了京玉、雨花露、云曙一号等；梨育成了锦丰、晋酥、金水一号、黄花、香茌梨等。

果树诱变育种发展也很快，激光和微波育种正在受到重视，单倍体育种和组织培养也在积极研究和发展。据报道，当前已经能够利用花药培养出柑桔三倍体植株。可以预计，在不远的将来，常规育种和非常规育种都会有更大的突破。

目 录

绪 论

第一篇 果树育种的遗传学基础	1
第一章 生物的遗传、变异和进化	1
第一节 遗传与变异	1
第二节 遗传、变异与环境	2
第二章 细胞和遗传物质	5
第一节 细胞的构造和功能	5
第二节 染色体的形态、结构和数目	7
第三节 遗传的物质基础	8
第四节 细胞分裂及遗传物质的分配	12
第五节 授粉、受精和种子的形成	15
第三章 分离规律	17
第一节 一对相对性状的遗传试验	17
第二节 分离现象的解释	19
第三节 分离规律的应用	23
第四章 独立分配规律	24
第一节 多对相对性状的遗传	24
第二节 基因互作	29
第五章 连锁和互换规律	31
第一节 性状连锁遗传的表现	32
第二节 连锁遗传的解释和验证	33
第三节 连锁遗传的机理	35
第四节 连锁和互换规律的应用	39
第六章 数量性状的遗传	40
第一节 数量性状的表现	40
第二节 数量性状的遗传和育种	45
第三节 遗传力的估计和应用	46
第七章 细胞质遗传	49
第一节 细胞质遗传的特点与表现	49
第二节 雄性不育的类型及遗传原理	50
第八章 近亲繁殖和杂种优势	52
第一节 近亲繁殖	53
第二节 杂种优势	56
第九章 基因突变和染色体变异	59
第一节 基因突变	60
第二节 染色体变异	63
第十章 遗传物质的分子基础和基因工程	68

第一节 蛋白质的合成	69
第二节 遗传密码和遗传信息	70
第三节 基因工程	72
第二篇 果树育种总论	75
第十一章 果树种质资源	75
第一节 果树种质的起源和分类	75
第二节 果树种质资源调查	78
第三节 果树种质资源的收集和保存	81
第四节 果树种质资源的研究	82
第十二章 引种	89
第一节 引种的意义	89
第二节 简单引种	90
第三节 驯化引种	92
第十三章 实生选种	94
第一节 实生选种的概念和意义	94
第二节 实生选种的方法	95
第十四章 芽变选种	98
第一节 芽变选种的意义	99
第二节 芽变的特点	100
第三节 芽变的细胞学基础	101
第四节 芽变选种的方法	104
第十五章 杂交育种	106
第一节 果树杂交育种及亲本选配	106
第二节 杂交方法	109
第三节 果树杂种的培育和选择	111
第四节 杂种实生苗提早结果	113
第五节 果树远缘杂交	115
第六节 果树杂交育种程序	117
第十六章 诱变育种	119
第一节 诱变育种的意义	119
第二节 诱变的原理和方法	120
第三节 突变体的鉴定、培育和选择	127
第十七章 倍性育种	129
第一节 果树单倍体育种	129
第二节 果树多倍体育种	132
第三节 倍性鉴定和倍性材料的选择利用	138
第十八章 良种繁育	140
第一节 良种繁育的意义和任务	140
第二节 果树品种的退化	141
第三节 良种繁育方法	142
第四节 良种繁育制度	145

第十九章 果树品种试验的设计与统计分析	148
第一节 果树品种的田间试验	149
第二节 果树品种试验资料的统计分析	156
附 表	179
第三篇 果树育种各论	190
第二十章 苹果育种	190
第一节 育种目标	190
第二节 种质资源	191
第三节 引 种	193
第四节 杂交育种	195
第二十一章 梨育种	203
第一节 育种目标	203
第二节 种质资源	205
第三节 杂交育种	206
第四节 其他育种方法	211
第二十二章 桃育种	212
第一节 育种目标	212
第二节 种质资源	214
第三节 杂交育种	216
第四节 其他育种途径	222
第二十三章 葡萄育种	224
第一节 育种目标	224
第二节 种质资源	226
第三节 杂交育种	229
第四节 引种和实生选种	235
第五节 芽变与多倍体育种	237
第二十四章 板栗育种	238
第一节 育种目标	239
第二节 种质资源	240
第三节 实生选种与引种	242
第四节 杂交育种	245
第二十五章 核桃育种	249
第一节 育种目标	249
第二节 种质资源	250
第三节 实生选种和引种	252
第四节 杂交育种	254
附 实验指导	257
实验一 果树花粉母细胞减数分裂的压片观察	257
实验二 分离现象的观察	258
实验三 独立分配规律的观察	260
实验四 苹果的芽变选种	261

实验五 果树花粉生活力的测定	263
实验六 苹果有性杂交技术	266
实验七 桃果实性状的鉴定	267
实验八 葡萄有性杂交技术	271
实验九 葡萄果实性状的鉴定	272
实验十 板栗实生选种	275

第一篇 果树育种的遗传学基础

第一章 生物的遗传、变异和进化

遗传学是研究生物遗传和变异规律的科学。遗传、变异和进化是一切生物的基本属性，也是遗传学研究的基本课题。随着现代生物科学的发展，它已渗入到了各个生物学科领域，并形成了许多遗传学分支。例如微生物遗传学、细胞遗传学、分子遗传学、人类遗传学等等。果树遗传学主要研究任务是：研究果树遗传、变异和进化的规律，用以指导果树育种实践，实现果树生产良种化。本章将对三者的基本概念及其内在联系进行简要的阐述。

第一节 遗传与变异

一、遗传的概念

世界上的生物虽种类繁多，千姿百态、生活各异，却都要经历一个由生长、发育、繁殖、直到死亡的过程。生物的寿命长短因物种不同可能相差悬殊，但与生命的历史相比都是极短暂的。尽管生物的个体寿命短暂，但它们的种族却代代相传，千古繁衍，并且总是种瓜得瓜、种豆得豆、种上苹果不结梨。我们把这种子代与亲代之间的相似性称为遗传。遗传不仅具有普遍性，而且还具有相对的稳定性。有些物种甚至经历千万年的传宗接代，仍然没有多少差别。如《尔雅》和《诗经》中记载的草、木、鸟、兽，如今在我国的大地上都可以找到。又如水杉是新生代第四纪的孑遗树种，为我国所独有。现在的水杉与六千万年前的水杉化石相比，仍然十分相似。正是由于生物具有相对稳定的遗传性，各种生物才能得以保存、延续和发展。

二、变异的概念

生物遗传的稳定性是相对的，只要留心就会发现，不仅不同物种间存在着差异，同一物种不同个体之间也存在差异。俗话说：“一娘生九子，九子不相同”等，就是这个道理。我们把亲代和子代之间，子代各个体之间存在的不相似性称为变异。世界上根本找不到两个性状完全相同的生物个体，因此说，生物的变异既是普遍的，又是绝对的。

生物的变异多种多样，我们可以根据变异能否遗传，把它归纳为两大类：

(一) 可遗传的变异 可遗传的变异是由于生物体的遗传物质发生改变所引起的变异。这些变异可以通过改变了的遗传物质传递给它的后代。可遗传的变异使自然选择和人工选择成为可能，它是生物进化的内因和新品种产生的源泉。如山东平度的大玫瑰香葡萄，其大果粒性状，是由原来的玫瑰香品种的遗传物质发生变异所引起的，是可遗传的变异，因而大玫

玫瑰葡萄已被选为新品种。

(二) 不可遗传的变异 不可遗传的变异，是生物体在其遗传性的适应范围内，对某种外界环境因子的影响所作的一定的生理反应。这种反应没有导致遗传物质的改变，因此当引起变异的因子消失以后，变异也就消失了。变异性状不会传递给后代。如元帅苹果在海拔较高的山区栽种，其果实着色好，将其引到平原栽培，则上述性状变得不如山区好。这种变异又称为彷徨变异或饰变。在这种变异中选择优良品种是徒劳的。但是，可遗传的变异和不可遗传变异往往交织在一起同时发生。正确区分这两种变异，是育种工作中必须解决的重要问题。

三、遗传和变异的关系

遗传和变异是生物界普遍存在的基本矛盾。假如没有变异，生物就不能适应变化着的外界环境，因而就无法生存，当然更谈不上遗传了；假如没有遗传，变异就不能稳定下来，传递下去，生物就不能发展和进化。正是由于遗传和变异的同时存在，才使生物自身永远处于变与不变之中，既保证了生物世代基本特征不变，又保证了生物能不断地适应新的环境，不断地进化发展和繁荣昌盛。

第二节 遗传、变异与环境

一、生物与环境

任何生物都不能离开环境而生存。生物要进行正常的生长发育就必须满足它一定的外界条件。如鱼不能离开水，植物不能离开太阳，南方的常绿果树不能在北方正常生长等。生物所需要的外界条件如能得到最大的满足，则生长发育的最好；条件越差，生长发育的就越差，条件差到一定的程度，生物便濒于死亡。生物的形态特征和生理特性，都是在长期的系统发育过程中形成的，生物所要求的环境，正是它的祖先所经历过的那些环境。自然环境是多种因子的综合，每种生物只能有选择地吸收。如桃树和杏树在相同的条件下栽培，桃树还是桃树，杏树还是杏树，桃树和杏树所以表现不同的形态特征和生理特性，主要是因为它们对环境因子选择吸收不同而造成的。

生物与环境的统一关系可归纳为下列五条：

1. 生物不能离开它必需的环境条件，生物生长发育的好坏，决定于它必需的环境条件满足的程度。

2. 各种生物的遗传物质基础不同，对复杂的环境条件表现不同的选择吸收。生物对它不需要的那些环境条件，只能适应，不能吸收。

3. 各种生物的遗传物质基础，是在长期的系统发育过程中，在环境的作用下通过遗传物质的突变所形成的。

4. 环境条件的变化如不足以导致生物遗传物质发生变异，则只能引起饰变。饰变是不能遗传的。环境条件变化导致遗传物质发生变异时，就引起了可遗传的变异。

5. 生物的活动也可以改变环境，如地衣可以促进岩石风化，蚯蚓能改良土壤，森林可

改善气候等。

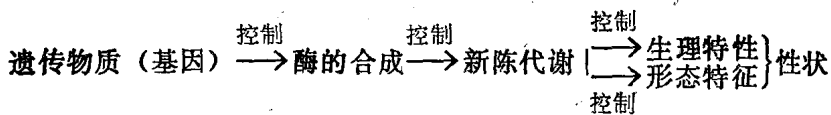
二、遗传的新陈代谢

生物的子代与亲代相似，是由于子代接受了亲代遗传物质的缘故。生物体性状的表达要经过三个步骤才能完成：第一步，通过繁殖，子代从亲代接受全套的遗传物质。第二步，子代在发育过程中，按遗传物质的规定，进行一定方式的新陈代谢。第三步，在一定方式的新陈代谢过程中，表现出一定的性状。

新陈代谢是生物的基本特征，它包括同化和异化两个相辅相成的过程。同化作用是生物从外界吸取物质，经过复杂的变化，建造自身并储存能量的过程；异化作用是生物分解自身的有机物质并释放能量的过程。具体到植物，同化就是光合作用，即绿色植物利用光能，把二氧化碳和水合成碳水化合物，同时放出氧气的过程；异化就是呼吸作用，植物吸收空气中的氧气，把体内的碳水化合物分解成二氧化碳和水，放出能量，供自身生命活动需要的过程。没有新陈代谢，生物便不能存在，更谈不上什么性状的表现了。

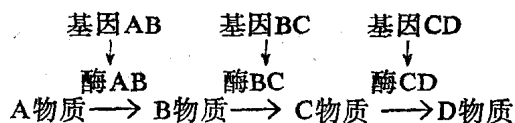
生物所进行的一切新陈代谢，不论是同化还是异化，都必须有酶参与。酶是生物催化剂，只需微量就可使底物加速反应，而本身质量不变。此外，酶还有一些不同于化学催化剂的特性：第一，酶具有多样性。当前已被发现的酶就有二千余种，几乎一切生命现象都与酶的催化有关。没有酶，新陈代谢便无法进行。如在呼吸过程中，葡萄糖的氧化要经几十步化学反应，每步都必须要有特定的酶参与催化。第二，酶具有高效催化性，它的催化能力远远超过一般化学催化剂。如蔗糖酶催化蔗糖水解的速度约为强酸的 2×10^{12} 倍。又如一份淀粉酶能催化一百万份淀粉，使淀粉水解成麦芽糖。第三，酶具有专一性，一种酶只作用于一种底物，或一类分子结构相似的底物。如麦芽糖酶只能催化麦芽糖水解，而不能催化蔗糖的水解等。

酶是具有催化作用的蛋白质。生物体有了一定分子结构的遗传物质，就会合成一定分子结构的酶。有了一定分子结构的酶，就能进行一定方式的新陈代谢。有了一定方式的新陈代谢，就能发育成一定的性状。即：



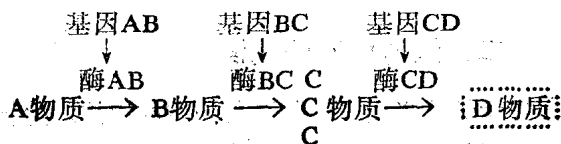
必须指出，酶催化功能强弱受外界环境制约。环境对生物性状的影响，首先通过环境对酶催化功能的影响，进而影响新陈代谢，最后使生物体表现出不同的变异。这就是不可遗传变异的实质。

另外，生物体内种类繁多的酶，受制于众多的特异基因。换言之，生物体有了多种多样的基因，才能有多种多样的酶；有了多种多样的酶，生物体的代谢才能按照一定的顺序，一步一步地进行。正常的代谢过程如下所示：



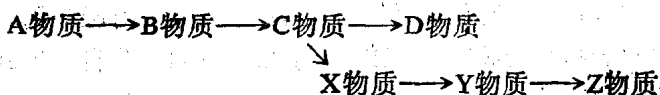
以上代谢过程中，假如某一步所需的酶由于基因突变失去活性或不能产生这种酶，代谢

就要在此受阻，如下所示：



假定了基因CD发生突变，酶CD失去活性或不能产生，CD之间发生障碍，C物质不能转化为D物质，但是B物质可以转化为C物质，所以整个新陈代谢过程则是C物质的积累。同理，基因突变也可能在基因BC或基因AB发生，致使B物质积累或A物质积累。

上述所示的代谢过程中，也可能不是中途引起某种物质的积累，而是改变物质的转化方向，如下所示：



上述两种所示过程，都可引起生物体的变异，有些变异可能对生物体不利，甚至会使生物体致死（如桃树白化苗等）。

三、遗传、变异、选择与生物的进化

生物界的进化是由简单到复杂，由低级到高级，由一个物种到另一个物种的演化过程。现代地球上形形色色的物种，都是在已往漫长的岁月里，由少数物种逐渐进化而来的。人们饲养的家畜、家禽，种植的作物等，都是在人们长期的生产活动中，根据自己的需要，从野生生物中选择和培育出来的。

无数事实表明：生物的遗传、变异和选择是生物进化的三大要素。在自然界，生物随机的微小的变异是普遍存在的，这些变异一般是可以遗传的。变异的性状经过多代的定向积累，就可能产生新的变种、品种或种。生物的遗传和变异是生物进化及新物种产生的内因和根据。选择是生物随机变异定向积累的条件，也是生物进化的外因。

选择有两种：一种是自然选择，另一种是人工选择。

1. 自然选择 生物在自然环境条件下，由于受外界环境的影响而发生的变异。适应自然界变异的个体，容易生存下来，并使其种族得到繁衍，不适应自然界变异的个体，则导致死亡甚至灭种。这种适者生存，不适者淘汰的过程叫自然选择。如竹节虫和尺蠖的拟态现象，靠昆虫传播花粉的植物花朵变得非常鲜艳、芬芳而富有诱惑性等，都是自然选择的结果。

2. 人工选择 在人为的作用下，选择符合人们需要的变异类型，淘汰那些对人们不利的变异类型，这个过程叫人工选择。人工选择在品种形成上具有创造性的作用，能使品种向人们需要的方向发展。

自然选择和人工选择的效果是不相同的，自然选择的结果，能使生物不断适应变化的环境；人工选择，能使生物的各种经济性性状朝着人们的需要发展。如通过人工选择，可使果树产量提高，品质增进等。总之，遗传、变异和选择与生物进化的关系可概括为：变异是新物种产生的源泉；遗传是使变异性状得到积累的保证；选择则是发展有利变异，淘汰有害变异，实现生物由低级向高级进化的必要条件。

复习思考题

1. 解释概念：遗传、变异、自然选择、人工选择。
2. 遗传和变异对生物的进化和繁衍有何意义？
3. 变异可分哪几类？正确区分变异类型对于果树育种有何意义？
4. 为什么说遗传、变异和选择是生物进化的三大要素？
5. 生物的形态特征和生理特性是怎样表达出来的？

第二章 细胞和遗传物质

组成生物的各种成分，诸如核酸、蛋白质、碳水化合物等成千上万种物质，它们本身都没有生命，当它们以恰当的方式有机地配合在一起时，才出现生命现象。细胞就是这样的一个最小单元。具体地说，细胞是生物体结构的基本单位，也是生物进行生命活动的功能单位。

生物的生长、发育、繁殖等生命现象都必须通过细胞的分裂和分化实现。要深入研究生物遗传和变异规律的内在机理，就必须了解细胞的构造、功能和分裂，以及遗传物质的分布和传递。

第一节 细胞的构造和功能

细胞是由细胞膜、细胞质和细胞核三部分组成。植物细胞的外围还有细胞壁。细胞壁对细胞起保护和支撑作用。细胞膜、细胞质和细胞核合称原生质体，它是细胞的生命部分。现将各部分的构造和功能分别加以介绍（图2-1）。

一、细胞膜

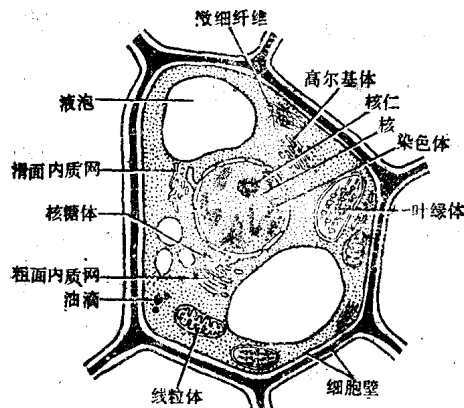


图2-1 植物细胞模式图

细胞膜简称质膜，是包在细胞质外围的一层薄膜，厚度约70~100埃。在光学显微镜下是难以分辨的。细胞膜既能使细胞和外界隔离，阻止细胞内某些物质外渗，又能有选择地吸

收某些外界物质。植物的细胞与细胞之间，通过质膜由胞间联丝相连，进行细胞间物质的转运和交换。

二、细 胞 质

细胞质是细胞膜以内，细胞核膜以外的原生质。原生质是液态介质及悬浮其内的许多不同构造的物体的总称。液态介质称细胞浆。悬浮在细胞浆中的物体统称细胞器。各种细胞器都具有一定的形态、结构和功能。细胞器包括：线粒体、质体、核糖体、内质网、高尔基体、溶酶体、液泡等；动物细胞中还有中心粒，但没有质体和液泡。在植物细胞质中，线粒体、叶绿体和内质网都具有重要遗传功能。

线粒体 是动植物细胞中普遍存在的细胞器，呈球形、棒状或线状，直径3~5微米、长8~10微米。在同一组织的不同细胞里，线粒体的形状、大小、数量都存在很大差异。在衰老的细胞里，线粒体内含有一定量的DNA。线粒体还含有多种氧化酶，是细胞能量代谢的中心。线粒体中的DNA不与蛋白质结合，是环状的分子，即所谓环形DNA。线粒体与细胞核是两个不同的遗传体系。

质体 质体为植物所特有的细胞器。质体有三种：叶绿体、有色体和白色体。绿色植物中最主要的是叶绿体。叶绿体一般为扁圆形，长5~10微米，最外是双层膜。双层膜之间是明显的空腔，膜内有无色均匀的基质，色素粒被埋藏在基质里。叶绿体也能分裂增殖。有人测定，叶绿体内含有一定量的DNA和RNA，也能合成蛋白质。植物的某些性状的遗传与叶绿体有关。因此，叶绿体也是细胞中遗传物质的载体。

核糖体 核糖体是直径为150~300埃的小型细胞器，它是合成蛋白质的主要场所。核糖体的本身组成含40%的蛋白质和60%的核糖核酸（RNA）。核糖体虽小，但它的总重量约占整个细胞的五分之一，是RNA的主要分布场所。

内质网 内质网是皱折起来的曲曲弯弯的双层膜。它遍布整个细胞质中，内与核膜相连，外与质膜相接，形成细胞中阡陌交错的管道。内质网管彼此相隔，内质网膜上常有许多小孔与细胞质沟通。在新陈代谢旺盛的细胞里内质网膜上经常聚集着很多的核糖体。核糖体合成的蛋白质则贮藏在内质网中，或由内质网管转运到细胞的其他部位参加新陈代谢。

三、细 胞 核

细胞核的形状一般呈圆球形或卵形，直径5~25微米。细胞核由核膜、核液、核仁和染色质四部分组成。

核膜 核的表面膜，是细胞核与细胞质的隔离部分。核膜为双层膜，膜上有许多直径为400~700埃的核膜孔，从中进行核质间的物质交流。核膜和质膜通过内质网相连，形成完整的膜体系，使细胞的各部分，成为既有区别，又密切关连的整体。

核液 由直径100~200埃的颗粒和纤维组成，其结构和大小与细胞质中的核糖体类似。核仁和染色质则被包含在核液里。

核仁 多数细胞都有核仁。有的细胞有多个核仁。核仁是圆形或不规则的颗粒。核仁外至今没有发现有膜。核仁在细胞分裂过程中有短暂的消失现象。核仁的成分约含80%的蛋白质，11%的RNA和5%的DNA。核仁有合成核蛋白体的功能，还可传递遗传信息。如果没有

核仁，细胞不能长期生存，也不能进行分裂繁殖。

染色质和染色体 染色质和染色体是同一物质在细胞分裂中不同时期表现的不同形式。在细胞分裂的间期，细胞核内染色较深的纤细的网状物质称为染色质；当细胞进行分裂时，纤细的染色质便逐渐卷曲变粗，呈现出一定的形态和数目，这时则称为染色体。染色体是细胞核中重要的稳定成分，能自我复制，在生物的世代交替中呈现有规律的变化。科学实验证明，染色体是生物遗传物质的主要载体。

第二节 染色体的形态、结构和数目

染色体是细胞核中具有特殊结构和特殊功能的重要组成部分。任何生物都有一定形态、一定结构和一定数目的染色体。同一物种，染色体的形态、结构和数目相同，并且具有相对的稳定性。在细胞有丝分裂的中期，染色体的形态、结构和数目，最典型、最明显。这个时期，是识别和研究染色体的有利时机。

一、染色体的形态特征

根据细胞学的观察，染色体的外形是(图2-2)：每条染色体都有一个着丝粒和被着丝粒分开的两个臂。着丝粒是细胞在有丝分裂中，纺锤丝附着的区域。在这一区域中，附着纺锤丝的位点叫着丝点。染色体经染色后，两臂染色而着丝粒则不染色，在光镜下观察，好象在着丝点处中断了似的，因此这一区域又称为主缢痕。各个染色体主缢痕的位置是恒定的。主缢痕的位置是区分染色体的主要形态特征(图2-3)，如果主缢痕在中间，则两臂近于等长，在细胞有丝分裂的后期，染色体被牵引向两极时呈“V”形；当主缢痕不在中间，而偏向一端时，则形成不等长的两臂，在细胞有丝分裂的后期，由于纺锤丝的拉引则呈现“L”形；如果主缢痕靠近染色体的一端，则形成一个长臂和一个极短的臂，这种染色体则在细胞分裂中的任何时期都呈现为棒状；有些染色体极短，往往呈颗粒状。

在细胞有丝分裂过程中，染色体分赴两极，要靠纺锤丝的牵引力。假如这时染色体发生断裂，那么带有着丝点的断片，在纺锤丝的牵引下能顺利地到达两极。而不带着丝点的断片，没有纺锤丝的牵引，往往中途被丢失。

染色体除都具有主缢痕外，有的染色体往往还具有一个或两个染色较淡的次缢痕。次缢痕末端的圆形或长椭圆形的小体称为随体。随体的直径有的与染色体的直径相等，有的略小或很小。次缢痕的位置大小和数目，在同一生物中都是恒定的，是识别染色体形态的重要标志。

二、染色体的结构

在显微镜下观察，细胞分裂的间期染色体呈细丝状，比较均匀地分散在细胞核里，在细胞分裂的过程中逐渐卷缩、变粗变短，在细胞分裂的中期表现出明显、典型的形态特征。这时期的染色体，表面包被着一层薄膜，薄膜里面是基质和被基质埋藏的两条染色线，沿着卷曲的染色线，贯穿着许多小颗粒，这些小颗粒叫染色粒。染色粒容易染色，因此在细胞核内