



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

遗传学

YI CHUAN XUE

李惟基 主编



中国农业大学出版社

ZHONGGUONONGYEDAXUE CHUBANSHE

图书在版编目(CIP)数据

遗传学/李惟基主编. —北京:中国农业大学出版社,2007.7

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-81117-208-9

I. 遗… II. 李… III. 遗传学-高等学校-教材 IV. Q3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 100705 号

书 名 遗传学

作 者 李惟基 主编

策划编辑 冯雪梅

责任编辑 赵玉琴

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 100094

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 2007 年 7 月第 1 版 2007 年 7 月第 1 次印刷

规 格 787×980 16 开本 28.25 印张 517 千字

印 数 1~3000

定 价 36.00 元

图书如有质量问题本社发行部负责调换

内 容 简 介

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,主要面向我国高等院校本科植物生产类和生物技术类专业。全书共 6 单元 16 章,以基因为主线阐述遗传的物质基础、遗传信息的传递、遗传信息的改变、遗传信息的贮存、遗传信息的表达调控,以及遗传工程,涵盖遗传学的基本概念、原理、方法和应用。章节的安排便于教师酌情选择使用。

再 版 前 言

本书原名《新编遗传学教程》，是我国高等教育面向 21 世纪课程教材，于 2002 年 1 月出版。这次再版，为使教材名称与课程名称统一，更名为《遗传学》。

本书致力于内容和体系的创新，但是初版确实存在传统内容过于简略、现代内容过于深奥和读者对象过于宽泛的问题。若干院校的遗传学主讲教师于是相聚北京，针对问题制定修订方案，期望产生一部主要面向植物生产类和生物技术类的本科教材，编写班子也因此由上述专业人员组成。随后，经过国家评审和网上公示，本书入选普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

本版教材按照遗传学的内在逻辑分为若干单元，以基因为主线依次阐述遗传的物质基础、遗传信息的传递、遗传信息的改变、遗传信息的贮存和遗传信息表达调控的基本原理以及这些原理的应用，但将属于应用的遗传工程单独列为一个单元，以利于介绍某些新的遗传学概念、原理和方法。确定以上顺序的主要根据是理解 DNA 编码和细胞分裂过程才能解释遗传规律和变异方式，理解基因和基因组的结构才能解释基因的表达调控。6 个单元又分为 16 章，章节的划分便于主讲教师根据实际教学时数选用所需要的内容。

本版教材由 8 所院校富有教学经验的 16 位教授、副教授共同编写，具体分工如下：绪论由李惟基（中国农业大学）编写，第一章由张成合、黄亚群（河北农业大学）编写，第二章由曹秀云（沈阳农业大学）编写，第三章由邹德堂（东北农业大学）编写，第四章由陈耀锋（西北农林科技大学）编写，第五章和第六章由朱登云（中国农业大学）编写，第七章和第八章由郭玉华（沈阳农业大学）编写，第九章由何凤发（西南农业大学，现西南大学）编写，第十章由陈全家（新疆农业大学）编写，第十一章由曲延英（新疆农业大学）编写，第十二章由周清元（西南农业大学，现西南大学）编写，第十三章由何予卿（华中农业大学）编写，第十四章由王国英（中国农业大学和中国农业科学院）编写，第十五章由李春莲（西北农林科技大学）编写，第十六章由胡银岗（西北农林科技大学）编写。全书由主编、副主编统稿。

本版教材从编写到出版，得到各有关院校和吴常信、戴景瑞两位院士的支持，全体编者在这里一并表示衷心感谢。

编 者

2007 年 5 月 1 日

初 版 前 言

这本《新编遗传学教程》是高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革项目的成果(04-14)。这次教改要求教材加强基础、拓宽专业、提倡创新、重视应用,于是本书做了以下几方面努力。

1. 建立新的课程体系 全书分为基础篇、专题篇和应用篇三个部分。基础篇包括遗传的物质基础,遗传信息的贮存,遗传信息的表达,遗传信息的改变,遗传信息的传递等五章,涵盖遗传学基本的概念、原理和方法。专题篇包括 DNA 的分布和组织形式,DNA 的结构和功能,基因的重组、克隆和鉴定,基因表达的调控、免疫的遗传学基础,群体的遗传平衡,数量性状的遗传分析等七章,相对展开地介绍本学科各领域的理论和研究方法。应用篇包括遗传学与人类,遗传学与动物生产,遗传学与植物生产,遗传学与微生物利用等四章,具体介绍本学科各领域应用技术的遗传学原理。

2. 开辟通往学科前沿的窗口 作为大学教材,本书重视开阔学生视野,为学生开辟通往学科前沿的多个窗口,在各篇章深入浅出地联系和体现遗传学理论和应用的热点和最新进展,具体涉及重复序列、调控机理、基因组学、DNA 指纹、基因芯片、基因治疗、胚胎干细胞、转基因克隆技术、生物反应器、PCR 技术、QTL 作图等内容。

3. 培养能力和科学精神 本书在传授知识的同时,也传授科学思维方法和获取新知识的能力。这些方法和能力体现在科学家的试验设计、结果分析、推论及其验证中,也体现在本书各位编者的编写思路和表达方法中。此外,本书有些章节还结合传授知识介绍相关科学史实,旨在提倡严谨和求实的科学态度,激励学生探索和创新的精神。

4. 通用性和灵活性 本书是本科、大专通用教材,内容适用于农林院校各专业;同时适用于其他院校的生物类专业。教师可根据不同授课对象和不同学时数,灵活地选择和组合不同的教学内容。如果本科讲授遗传学 60 学时,建议选基础篇五章(24 学时),专题篇四章(24 学时),应用篇两章(12 学时)。又假设大专讲授遗传学 36 学时,建议选基础篇五章(24 学时),应用篇两章(12 学时)。

本书三个部分共十六章,五所院校十一位教授、副教授承担编写任务,具体分工如下。第一章至第六章由李惟基(中国农业大学)编写;第七章由王国英(中国农

业大学)编写;第八章由邹德堂(东北农业大学)编写;第九章由陈宏、孙超(西北农林科技大学)编写;第十章由耿社民、陈宏(西北农林科技大学)编写;第十一章和第十二章由郭玉华(沈阳农业大学)编写;第十三章由陈宏、秦国庆(西北农林科技大学)编写;第十四章由张芳(中国农业大学)编写;第十五章由陶澜(西南农业大学)编写;第十六章由殷家明(西南农业大学)编写。全书由李惟基、陈宏统稿。

本书从编写到出版,得到各有关院校和中国农业大学出版社的支持,更承蒙中国科学院院士吴常信教授担任主审,全体编者在此表示衷心感谢。同时希望广大读者指出书中不足之处,以便将来再版时改进。

李惟基

2001年4月

目 录

绪论	(1)
一、遗传学的内容和研究方法	(1)
二、遗传学的形成和发展	(2)
三、遗传学的理论意义和实践意义	(3)

第一单元 遗传的物质基础

第一章 遗传物质及其属性	(9)
第一节 遗传物质为 DNA 的证据	(9)
一、间接证据	(9)
二、直接证据	(10)
第二节 RNA 病毒的遗传物质是 RNA	(13)
第三节 DNA 的属性	(13)
一、自我复制	(14)
二、编码蛋白质	(16)
第四节 病毒 RNA 的属性	(20)
一、自我复制	(20)
二、逆转录	(21)
第二章 遗传物质与染色体	(24)
第一节 遗传物质的分布	(24)
一、细胞结构	(24)
二、遗传物质的分布和存在形式	(27)
第二节 染色体	(29)
一、染色体的形态特征和类型	(29)
二、染色体的结构	(32)
三、染色体的数目	(35)
四、染色体核型和核型分析	(37)
五、特化染色体	(39)

第三节 细胞分裂与生殖	(41)
一、无丝分裂	(42)
二、有丝分裂	(42)
三、减数分裂	(46)
四、有性生殖	(50)
第四节 生活周期	(55)
一、低等植物的生活周期	(55)
二、高等植物的生活周期	(57)
三、高等动物的生活周期	(58)

第二单元 遗传信息的传递

第三章 孟德尔遗传	(63)
第一节 分离定律	(63)
一、1 对性状的杂交试验	(63)
二、分离现象的解释	(65)
三、基因型和表现型	(66)
四、分离定律的验证	(66)
五、经典分离比例实现的条件	(68)
六、显性的表现类型	(69)
七、分离定律的应用	(70)
第二节 独立分配定律	(70)
一、2 对相对性状的杂交试验	(71)
二、独立分配现象的解释	(71)
三、独立分配定律的验证	(74)
四、多对基因的自由组合	(75)
五、独立分配定律的应用	(75)
第三节 统计学原理在遗传学中的应用	(77)
一、概率的应用	(77)
二、卡方检验的应用	(78)
第四节 基因互作	(80)
一、无互作	(80)
二、互补作用	(80)
三、积加作用	(81)

四、重叠作用·····	(82)
五、显性上位作用·····	(82)
六、隐性上位作用·····	(83)
七、抑制作用·····	(83)
第四章 连锁遗传 ·····	(87)
第一节 连锁与交换·····	(87)
一、性状连锁的发现·····	(87)
二、基因连锁的证实·····	(88)
三、交换的发生·····	(89)
第二节 连锁和交换的遗传机理·····	(90)
一、完全连锁和不完全连锁·····	(90)
二、不完全连锁的形成·····	(91)
三、重组率·····	(92)
四、交换值·····	(93)
第三节 基因定位与遗传图·····	(94)
一、两点测验·····	(95)
二、三点测验·····	(96)
三、交换和干涉·····	(98)
四、遗传图·····	(99)
第四节 真菌类的遗传分析·····	(100)
第五节 性别决定与性连锁·····	(102)
一、性别决定·····	(102)
二、伴性遗传·····	(106)
三、限性遗传和从性遗传·····	(110)
第六节 连锁遗传的应用·····	(111)
第五章 细胞质遗传 ·····	(118)
第一节 细胞质遗传的一般特征·····	(118)
一、细胞质遗传的概念·····	(118)
二、细胞质遗传的发现·····	(118)
三、细胞质遗传的特征·····	(119)
第二节 母性影响与基因组印记·····	(120)
一、母性影响·····	(120)
二、基因组印记·····	(122)

第三节 叶绿体遗传	(124)
一、叶绿体基因组	(124)
二、叶绿体遗传	(124)
第四节 线粒体遗传	(125)
一、线粒体基因组	(125)
二、线粒体遗传	(126)
第五节 共生体的遗传	(127)
一、草履虫的繁殖	(127)
二、草履虫放毒性的遗传	(129)
第六节 植物雄性不育的遗传	(131)
一、雄性不育的类别及其遗传特点	(131)
二、质核型不育性的多样性	(132)
三、质核不育的遗传机理	(133)
四、雄性不育性的利用	(135)
第六章 细菌和病毒的遗传	(138)
第一节 细菌和病毒的结构	(138)
一、细菌的结构	(138)
二、病毒的结构	(139)
第二节 细菌的遗传分析	(139)
一、转化	(140)
二、接合	(144)
三、性导	(154)
第三节 噬菌体的遗传分析	(155)
一、噬菌体的特性	(155)
二、噬菌体的基因重组	(157)
三、转导	(160)
第七章 数量性状的遗传	(170)
第一节 数量性状的特性	(170)
一、数量性状的表现特征	(170)
二、数量性状的遗传基础	(171)
第二节 数量性状遗传分析的基本统计参数	(173)
一、平均数	(173)
二、方差与标准差	(174)

三、简单相关系数	(175)
四、回归系数	(175)
第三节 数量性状遗传分析的基本模型	(176)
一、表现型值的分解	(176)
二、基因型值的分解	(177)
三、群体基因型值的平均数	(177)
第四节 数量性状的方差分析	(180)
一、不分离世代的方差	(180)
二、 F_2 代的方差	(181)
三、 F_3 代方差及以后各世代的方差	(182)
四、 F_2 个体与 F_3 家系间的协方差	(182)
五、回交世代的方差	(183)
第五节 数量性状的遗传率	(184)
一、遗传率的概念	(184)
二、遗传率的估算	(186)
三、遗传率的性质	(190)
四、遗传率的应用	(192)
第六节 数量性状的基因位点分析	(194)
一、经典遗传学对数量性状基因数目的估计	(194)
二、QTL 的概念	(195)
三、QTL 作图原理和步骤	(196)
四、QTL 作图的统计方法	(198)
五、QTL 的性质	(202)
六、QTL 分析的应用前景	(202)
第七节 近亲繁殖与杂种优势	(203)
一、近亲繁殖的概念	(203)
二、近交系数	(203)
三、近亲繁殖的遗传效应	(206)
四、杂种优势的表现和理论	(211)
第八章 群体遗传与进化	(216)
第一节 群体的基本概念	(216)
一、群体的概念	(216)
二、孟德尔群体	(216)

三、基因库	(216)
四、群落	(217)
第二节 群体的遗传组成	(217)
一、基因频率与基因型频率的概念	(217)
二、基因频率与基因型频率的计算	(217)
第三节 群体的遗传平衡定律	(219)
一、哈德-魏伯格定律	(219)
二、平衡群体的特征	(222)
三、群体平衡的检验	(223)
第四节 群体遗传平衡的改变	(224)
一、基因突变	(224)
二、选择	(226)
三、遗传漂移	(228)
四、迁移	(230)
第五节 群体的进化与物种形成	(230)
一、群体进化的因素	(230)
二、物种的概念	(231)
三、隔离和生殖隔离的机制	(231)
四、物种的形成方式	(232)

第三单元 遗传信息的改变

第九章 基因突变	(241)
第一节 基因突变的类型	(241)
一、基因突变的概念	(241)
二、基因突变的类型	(241)
第二节 基因突变的机理	(243)
一、碱基置换	(243)
二、移码突变	(246)
三、其他形式	(246)
第三节 基因突变的诱发	(246)
一、物理诱变	(247)
二、化学诱变	(248)
三、离体定向诱变	(252)

第四节 基因突变的方向	(254)
一、正突变和回复突变	(254)
二、突变与等位基因	(254)
三、突变与复等位基因	(254)
四、突变位点的等位性	(256)
第五节 基因突变的表现	(257)
一、发生时期	(257)
二、发生频率	(259)
三、突变热点与增变基因	(259)
四、防护和修复	(260)
第六节 基因突变的鉴定	(261)
一、基因突变的表现型鉴定	(261)
二、基因突变的生化鉴定	(262)
三、DNA 测序	(263)
第十章 染色体结构变异	(269)
第一节 染色体缺失	(269)
一、缺失的类型和产生	(269)
二、缺失的细胞学鉴定	(271)
三、缺失的遗传效应	(272)
第二节 染色体重复	(273)
一、重复的类型和产生	(273)
二、重复的细胞学鉴定	(274)
三、重复的遗传效应	(274)
第三节 染色体倒位	(276)
一、倒位的产生和类别	(276)
二、倒位的细胞学鉴定	(276)
三、倒位的遗传效应	(278)
四、倒位在遗传育种中的应用	(279)
第四节 染色体易位	(281)
一、易位的产生和类型	(281)
二、易位的染色体行为	(282)
三、易位的遗传效应	(284)

四、易位的意义和应用	(287)
第十一章 染色体数目变异	(295)
第一节 染色体组与染色体数目变异	(295)
一、染色体组及其整倍性	(295)
二、染色体的整倍性变异	(296)
三、染色体的非整倍性变异	(296)
第二节 多倍体	(297)
一、同源多倍体的形态特征	(297)
二、同源多倍体的遗传效应	(298)
三、异源多倍体的遗传效应	(301)
四、多倍体的形成途径和应用	(303)
第三节 单倍体	(304)
一、单倍体的分类	(304)
二、单倍体的来源	(305)
三、单倍体的表现型特征	(305)
四、单倍体的利用	(305)
第四节 非整倍体	(306)
一、非整倍体的成因	(306)
二、单体和缺体的遗传	(307)
三、三体 and 四体的遗传	(308)
四、非整倍体的应用	(312)

第四单元 遗传信息的贮存

第十二章 基因的结构	(331)
第一节 DNA 的化学组成和双螺旋结构	(331)
一、DNA 的化学组成	(331)
二、DNA 的双螺旋结构	(332)
三、DNA 与基因	(334)
第二节 基因的结构	(335)
一、基因的转录单位	(335)
二、基因的调控序列	(338)
三、转座因子	(340)

第十三章 基因组的结构	(346)
第一节 基因组的 C 值悖理	(346)
一、基因组的概念	(346)
二、基因组的 C 值	(346)
三、C 值悖理的表现	(347)
四、基因组学的诞生	(348)
第二节 原核生物的基因组	(349)
第三节 真核生物的基因组	(350)
一、基因在基因组中的组织形式	(350)
二、基因外序列在基因组中的组织形式	(351)
第四节 遗传标记	(353)
一、形态学标记	(353)
二、细胞学标记	(354)
三、生化标记	(354)
四、分子标记	(354)
第五节 人类基因组计划	(365)
一、人类基因组计划的内容	(365)
二、人类基因组图谱的价值	(367)
三、遗传资源保护和社会学问题	(368)

第五单元 遗传信息的表达调控

第十四章 基因的表达调控	(375)
第一节 原核生物基因的表达调控	(375)
一、原核生物基因的转录调控	(375)
二、原核生物的翻译调控	(379)
第二节 真核生物基因的表达调控	(380)
一、真核生物的转录调控	(380)
二、真核生物的翻译调控	(382)
第三节 表达调控与发育	(383)
一、原核生物的形态发生	(383)
二、真核生物的细胞分化	(385)
三、表达调控原理的应用前景	(386)

第六单元 遗传工程

第十五章 细胞工程	(393)
第一节 细胞工程的理论基础	(393)
一、细胞工程的概念	(393)
二、植物细胞工程的理论基础	(393)
第二节 植物组织与细胞培养	(394)
一、植物组织与细胞培养的类型	(394)
二、植物组织与细胞培养的基本程序	(394)
第三节 植物体细胞无性系变异	(395)
一、体细胞无性系变异的概念	(395)
二、体细胞无性系变异的发生	(395)
三、体细胞无性系变异的遗传基础	(395)
四、体细胞无性系突变体的选择	(396)
五、体细胞无性系突变体的鉴定	(397)
第四节 花药培养	(397)
一、花药培养的概念及原理	(397)
二、花药培养的一般方法	(397)
三、花药培养的形态发生	(398)
四、花粉植株的倍性和染色体加倍	(399)
五、花药培养的应用	(399)
第五节 体细胞杂交	(400)
一、原生质体的分离	(400)
二、原生质体的融合	(400)
三、融合体的形成和发育	(401)
四、融合体的筛选	(401)
五、杂种细胞的产生	(402)
六、原生质体融合技术的应用	(403)
第十六章 基因工程	(406)
第一节 基因工程的概念	(406)
第二节 获得目的基因	(407)
一、目的基因的种类	(407)
二、基因文库	(408)

三、钓取目的基因	(409)
第三节 表达载体的构建	(411)
一、限制性核酸内切酶	(411)
二、表达载体的构建	(415)
第四节 转化的方法	(419)
一、农杆菌介导法	(419)
二、基因枪法	(419)
三、花粉管通道法	(420)
四、显微注射法	(421)
第五节 转化体的筛选和鉴定	(421)
一、遗传标记法	(421)
二、核酸分子杂交法	(423)
第六节 基因工程的成就和安全性	(426)
一、基因工程的成就	(426)
二、基因工程的安全性	(426)