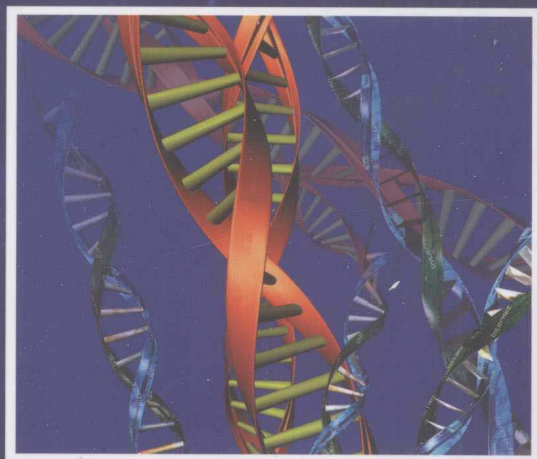


遗传学

Genetics



李锁平 主编

河南大学教材出版基金资助

YI CHUAN XUE

遗传学

李锁平 主编

河南大学出版社

• 开封 •

图书在版编目(CIP)数据

遗传学/李锁平主编. —开封:河南大学出版社,2010.8

ISBN 978-7-5649-0193-6

I. ①遗... II. ①李... III. ①遗传学 IV. ①Q3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 110511 号

责任编辑 靳开川

责任校对 陆 珉

封面设计 马 龙

出 版 河南大学出版社

地址:河南省开封市明伦街 85 号

电话:0378-2825001(营销部)

邮编:475001

网址:www.hupress.com

排 版 郑州市今日文教印制有限公司

印 刷 河南新华印刷集团有限公司

版 次 2010 年 8 月第 1 版

印 次 2010 年 8 月第 1 次印刷

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 31

字 数 524 千字

定 价 56.00 元

(本书如有印装质量问题,请与河南大学出版社营销部联系调换)

《遗传学》编写人员

主 编:李锁平

副 主 编:王天仕 王子成 安国勇 裴冬丽

编写人员:(按姓氏笔画为序)

王子成(河南大学)

王天仕(河南大学)

李玉阁(河南大学)

李锁平(河南大学)

安国勇(河南大学)

苏亚蕊(河南大学)

张大乐(河南大学)

高安礼(河南大学)

耿惠敏(洛阳师范学院)

黄世全(河南大学)

裴冬丽(商丘师范学院)

前 言

遗传学诞生至今,已有一百多年的历史,目前已是生命科学发展最快的前沿学科,也是现代生命科学的核心学科。

在多年讲授遗传学课程的基础上,本教材主要根据编者讲授遗传学课程讲义,结合现代遗传学最新成果,并参考国内外一些遗传学教材编写而成。在编写过程中,充分地考虑到基本知识的传授,又考虑到了本科生考研的要求,适当增加了现代遗传学新的成果,使之更适合本科生遗传学课程的教学需要。

本教材共分 18 章,其中第 1 章由李锁平编写,第 2、4、9 章由张大乐、苏亚蕊编写,第 5、6 章由裴冬丽编写,第 7、13 章由王天仕编写,第 8、10、15 章由李玉阁、黄世全编写,第 3、11、12、14 章由高安礼、耿惠敏编写,第 16、17 章由安国勇编写,第 18 章由王子成编写。在本教材的编写过程中,得到了河南大学教材出版基金的资助和河南大学出版社张珊、靳开川的热情帮助,在此谨向他们表示诚挚感谢!

由于时间仓促以及作者们教学和科研的局限性,书中不妥、错误之处在所难免,恳请读者多多指正,以便再版修正。

李锁平

2010 年 6 月于开封

目 录

1. 绪 论	(1)
1.1 什么是遗传学	(1)
1.2 遗传学的发展	(2)
1.3 遗传学的应用	(8)
1.3.1 遗传学理论是指导动植物育种的理论基础	(8)
1.3.2 遗传学与医疗保健	(9)
1.3.3 遗传学与工业	(10)
1.3.4 遗传学与社会和环境保护	(10)
2. 孟德尔定律	(11)
2.1 分离定律	(11)
2.1.1 单因子杂交实验	(12)
2.1.2 孟德尔假设及验证	(14)
2.1.3 分离比实现的条件	(17)
2.1.4 分离定律的应用	(18)
2.2 自由组合定律	(19)
2.2.1 自由组合定律	(19)
2.2.2 自由组合定律的解释	(20)
2.2.3 自由组合定律的验证	(21)
2.2.4 多对相对性状杂种的遗传	(23)
2.2.5 自由组合定律的应用	(24)
2.3 概率原理在遗传学研究中的应用	(24)
2.3.1 概率	(25)
2.3.2 遗传比率的计算	(26)

2.3.3	差异显著性标准的确定	(29)
2.3.4	卡平方检测	(31)
3.	遗传的细胞学基础	(34)
3.1	细胞的结构和功能	(34)
3.1.1	细胞膜	(35)
3.1.2	细胞质	(36)
3.1.3	细胞核	(37)
3.2	染色体的形态和结构	(39)
3.2.1	着丝粒	(39)
3.2.2	核仁组织区	(40)
3.2.3	随体	(40)
3.2.4	染色体数目	(40)
3.2.5	染色体的结构	(44)
3.3	细胞分裂	(46)
3.3.1	细菌的分裂	(47)
3.3.2	真核类细胞的有丝分裂	(48)
3.3.3	真核类细胞的减数分裂	(50)
3.4	生物的生殖	(54)
3.4.1	动物的生殖	(54)
3.4.2	植物的生殖	(56)
3.4.3	真菌的生殖	(59)
4.	基因的作用及其与环境的关系	(61)
4.1	环境的影响和基因的表型效应	(61)
4.1.1	环境与基因作用的关系	(61)
4.1.2	反应规范	(62)
4.1.3	表现度	(62)
4.1.4	外显率	(63)
4.1.5	表型模写	(63)
4.1.6	性状的多基因决定与基因的多效性	(63)
4.2	等位基因间的相互作用	(65)
4.2.1	不完全显性	(65)
4.2.2	镶嵌显性	(66)

4.2.3	并显性	(67)
4.2.4	致死基因	(68)
4.2.5	复等位基因	(69)
4.2.6	显隐性关系的相对性	(74)
4.3	非等位基因间的相互作用	(76)
4.3.1	互补作用	(76)
4.3.2	积加作用	(77)
4.3.3	重叠作用	(79)
4.3.4	修饰基因	(80)
4.3.5	上位效应	(81)
5.	性别决定和伴性遗传	(84)
5.1	性染色体与性别决定	(84)
5.1.1	性染色体	(84)
5.1.2	性染色体决定性别的类型	(85)
5.1.3	其他类型的性别决定	(86)
5.2	人类的性别分化与性别畸形	(91)
5.2.1	人的性别决定	(91)
5.2.2	人的性别分化	(92)
5.2.3	人的性别畸形	(92)
5.3	伴性遗传	(93)
5.3.1	伴性遗传	(93)
5.3.2	限性遗传	(100)
5.3.3	从性遗传	(100)
5.4	遗传的染色体学说的直接证明	(101)
5.4.1	初级例外的产生	(102)
5.4.2	次级例外的产生	(103)
6.	染色体与连锁群	(106)
6.1	连锁交换定律	(106)
6.1.1	连锁现象的发现	(106)
6.1.2	连锁交换定律	(108)
6.2	基因定位与染色体作图	(115)
6.2.1	相关概念	(116)

6.2.2	染色体作图	(116)
6.3	真菌类的连锁和交换	(125)
6.3.1	四分子分析	(125)
6.3.2	着丝粒作图	(126)
6.3.3	重组作图	(128)
6.3.4	染色单体干涉	(131)
6.4	人类基因组的染色体作图	(132)
6.4.1	基因组图谱的分类	(132)
6.4.2	人类基因组染色体作图	(134)
7.	细菌和噬菌体的遗传分析	(142)
7.1	细菌和病毒的生物学特性及在遗传研究的优越性	(142)
7.1.1	细菌的生物学特性	(142)
7.1.2	病毒的生物学特性	(143)
7.1.3	细菌和病毒在遗传研究中的优越性	(144)
7.2	细菌和病毒的突变型及其筛选	(145)
7.2.1	细菌突变体的类型与初步筛选	(145)
7.2.2	影印法高效筛选大肠杆菌突变型	(147)
7.2.3	噬菌体的分类	(148)
7.2.4	噬菌体的突变型	(150)
7.3	细菌的遗传分析	(150)
7.3.1	转化	(151)
7.3.2	接合	(154)
7.3.3	转导	(163)
7.3.4	细菌遗传重组的特点	(166)
7.4	噬菌体的遗传分析	(167)
7.4.1	T2 噬菌体的遗传分析	(167)
7.4.2	λ 噬菌体的遗传分析	(168)
8.	数量性状的遗传分析	(172)
8.1	数量性状与多基因假说	(172)
8.1.1	数量性状的概念与分类	(172)
8.1.2	数量性状的研究实例及多基因假说的提出	(173)
8.1.3	数量性状的特点及其与质量性状的关系	(179)

8.1.4	数量性状的选择与纯系学说	(181)
8.2	数量性状分析的基本统计学方法	(182)
8.2.1	算术平均数	(182)
8.2.2	方差	(183)
8.2.3	标准差与标准误	(184)
8.2.4	变异系数	(185)
8.2.5	相关系数和回归系数	(185)
8.3	数量性状的统计分析	(187)
8.3.1	数量性状研究的度量指标	(187)
8.3.2	群体的表型方差及其分解	(188)
8.3.3	数量性状分析的群体度量值	(189)
8.3.4	数量性状的遗传力	(191)
8.3.5	遗传力的估算	(192)
8.3.6	动物数量性状遗传力的估算	(194)
8.3.7	平均显性度的估算	(195)
8.3.8	遗传力的含义及在育种上的应用	(195)
8.4	数量性状的基因定位	(196)
8.4.1	基因数目的估计	(196)
8.4.2	数量性状的 QTL 作图	(197)
8.5	近亲繁殖与杂种优势	(204)
8.5.1	近亲交配的遗传学效应	(205)
8.5.2	近亲交配的度量——近交系数	(206)
8.6	杂种优势	(207)
8.6.1	杂种优势现象及概念	(207)
8.6.2	杂种优势表现的基本特点	(208)
8.6.3	杂种优势的机理	(208)
8.6.4	杂种优势的利用	(210)
9.	染色体变异	(213)
9.1	染色体结构变异	(213)
9.1.1	缺失	(214)
9.1.2	重复	(218)
9.1.3	倒位	(221)

9.1.4	易位	(226)
9.2	染色体数目的变异	(232)
9.2.1	染色体组及其倍性变异	(232)
9.2.2	整倍体	(233)
9.2.3	非整倍体	(246)
10.	基因突变	(262)
10.1	基因突变的概说	(262)
10.1.1	基因突变的概念	(262)
10.1.2	基因突变的类型	(263)
10.1.3	基因突变的特点	(265)
10.2	基因突变的分子基础	(269)
10.2.1	基因突变的分子机制	(269)
10.2.2	基因突变的修复	(270)
10.3	基因突变的鉴定	(276)
10.3.1	植物基因突变的鉴定	(276)
10.3.2	动物基因突变的鉴定	(278)
10.3.3	微生物基因突变的鉴定	(279)
10.3.4	人类基因突变的鉴定	(281)
10.4	基因突变的诱发	(282)
10.4.1	物理因素诱变	(282)
10.4.2	化学因素诱变	(284)
11.	遗传的分子基础	(289)
11.1	遗传信息的物质载体	(289)
11.1.1	DNA 是遗传物质的间接证据	(290)
11.1.2	DNA 是遗传物质的直接证据	(290)
11.2	DNA 的结构及其复制方式	(295)
11.2.1	DNA 的分子结构	(295)
11.2.2	DNA 的复制方式	(297)
11.2.3	DNA 双螺旋结构的生物学意义	(298)
11.3	中心法则及遗传信息的流向	(299)
11.3.1	中心法则	(299)
11.3.2	逆转录对中心法则的补充	(299)

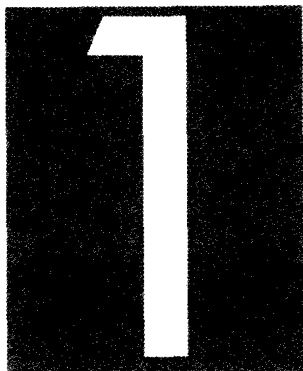
11.3.3	朊粒——中心法则的新挑战·····	(300)
12.	遗传重组 ·····	(302)
12.1	同源重组·····	(302)
12.1.1	同源重组的分子机制·····	(303)
12.1.2	Holliday 模型·····	(304)
12.1.3	异源双链与基因转变·····	(306)
12.1.4	细菌的同源重组·····	(310)
12.2	位点特异性重组·····	(313)
12.2.1	λ 噬菌体 DNA 的整合与切除·····	(315)
12.2.2	细菌的位点特异性重组·····	(317)
12.3	异常重组——转座子·····	(319)
12.3.1	原核生物转座子·····	(319)
12.3.2	真核生物的转座子·····	(322)
12.4	转座机制与遗传学效应·····	(324)
12.4.1	转座机制·····	(324)
12.4.2	转座子的遗传学效应·····	(326)
13.	细胞质遗传 ·····	(329)
13.1	细胞质遗传的概念和特点·····	(329)
13.1.1	细胞质遗传的概念·····	(329)
13.1.2	细胞质遗传的特点·····	(330)
13.2	母性影响·····	(331)
13.2.1	短暂的母性影响·····	(331)
13.2.2	持久的母性影响·····	(333)
13.3	叶绿体遗传·····	(335)
13.3.1	叶绿体遗传的表现·····	(335)
13.3.2	叶绿体遗传的分子基础·····	(337)
13.4	线粒体遗传·····	(339)
13.4.1	线粒体遗传的表现·····	(339)
13.4.2	线粒体遗传的分子基础·····	(342)
13.5	非细胞质组分决定的染色体外遗传·····	(344)
13.5.1	草履虫放毒型的遗传·····	(344)
13.5.2	质粒的遗传·····	(347)

13.5.3	细胞质遗传资源的重要价值	(348)
13.6	植物雄性不育的遗传	(348)
13.6.1	雄性不育的类别及其遗传特点	(348)
13.6.2	雄性不育发生的机理	(350)
13.6.3	植物雄性不育性的应用	(351)
14.	遗传与发育	(354)
14.1	细胞核和细胞质在个体发育中的作用	(355)
14.1.1	细胞质在细胞分化中的作用	(355)
14.1.2	细胞核在细胞生长和分化中的作用	(356)
14.1.3	细胞核和细胞质在个体发育中的关系	(358)
14.2	基因在细胞分化与细胞决定中的作用	(359)
14.2.1	细胞分化是基因选择性表达的结果	(359)
14.2.2	细胞分化与细胞决定	(360)
14.2.3	秀丽隐杆线虫的细胞特化	(362)
14.2.4	细胞程序性死亡与细胞凋亡	(363)
14.3	基因对个体发育的控制	(366)
14.3.1	基因在胚胎极性生成中的作用	(366)
14.3.2	基因与发育过程	(372)
14.4	基因差别表达的检测	(376)
14.4.1	mRNA 差别显示 RT-PCR 法	(376)
14.4.2	基因表达的系列分析法	(378)
14.4.3	消减杂交	(380)
15.	群体的遗传和进化	(382)
15.1	群体遗传学中的基本概念	(383)
15.1.1	孟德尔群体	(383)
15.1.2	基因库	(383)
15.1.3	基因频率和基因型频率	(384)
15.1.4	随机交配	(385)
15.2	群体的遗传平衡定律	(386)
15.2.1	群体遗传平衡定律的要点	(386)
15.2.2	群体遗传平衡定律的证明	(387)
15.2.3	群体遗传平衡定律的适用条件	(388)

15.2.4	群体遗传平衡定律的生物学验证	(389)
15.2.5	群体遗传平衡定律的扩展	(390)
15.3	改变基因频率的因素	(391)
15.3.1	突变	(392)
15.3.2	选择	(393)
15.3.3	迁移	(397)
15.3.4	遗传漂变与奠基者效应	(397)
15.4	自然群体中的遗传变异	(398)
15.4.1	群体遗传变异的度量	(399)
15.4.2	研究群体遗传多态性的研究方法	(400)
15.5	主要的进化理论和物种形成	(401)
15.5.1	现代主要的进化理论	(402)
15.5.2	物种形成	(406)
16.	基因工程	(411)
16.1	基因工程概述	(411)
16.1.1	基因工程的概念	(411)
16.1.2	基因工程技术的建立及主要内容	(412)
16.2	基因工程工具酶	(414)
16.2.1	DNA 限制性内切酶	(414)
16.2.2	DNA 连接酶	(415)
16.2.3	其他的工具酶	(416)
16.3	基因工程载体	(416)
16.3.1	质粒载体	(417)
16.3.2	λ 噬菌体载体	(418)
16.3.3	柯斯质粒	(419)
16.3.4	穿梭载体	(420)
16.3.5	细菌人工染色体载体	(420)
16.3.6	酵母人工染色体载体	(421)
16.3.7	Ti 质粒及其衍生载体	(422)
16.4	目的基因及其分离	(424)
16.4.1	目的基因直接分离法	(425)
16.4.2	基因文库技术分离目的基因	(426)

16.4.3	图位克隆·····	(433)
16.4.4	聚合酶链式反应扩增基因·····	(434)
16.4.5	人工合成基因·····	(435)
16.5	基因工程的应用·····	(435)
16.5.1	基因工程在工业上的应用·····	(436)
16.5.2	植物基因工程·····	(436)
16.5.3	转基因动物·····	(439)
16.5.4	基因治疗·····	(441)
16.5.5	基因工程在环境保护与修复中的作用·····	(443)
17.	基因组学与蛋白组学·····	(445)
17.1	人类基因组计划·····	(445)
17.1.1	人类基因组计划简介·····	(445)
17.1.2	国际人类基因组单体型图计划·····	(448)
17.1.3	HGP 对人类的重要意义·····	(449)
17.2	基因组学研究内容·····	(450)
17.2.1	遗传图谱的绘制·····	(450)
17.2.2	物理图谱的构建·····	(450)
17.2.3	基因组序列的测定·····	(451)
17.2.4	基因组序列的解读、注释与分析·····	(452)
17.3	蛋白质组学·····	(454)
17.3.1	蛋白质组学的研究意义和背景·····	(455)
17.3.2	蛋白质组学的研究基础·····	(456)
17.3.3	蛋白质组学的研究内容·····	(457)
17.3.4	蛋白质组学研究技术·····	(458)
17.3.5	蛋白质组学的发展与展望·····	(463)
18.	表观遗传·····	(466)
18.1	DNA 甲基化·····	(466)
18.1.1	DNA 甲基化·····	(466)
18.1.2	DNA 甲基化的功能·····	(467)
18.1.3	DNA 甲基化状态的遗传与保持·····	(468)
18.1.4	表观基因组计划·····	(469)
18.2	组蛋白修饰·····	(469)

18.2.1	组蛋白的乙酰化和去乙酰化·····	(469)
18.2.2	组蛋白的甲基化修饰·····	(470)
18.2.3	组蛋白的磷酸化·····	(470)
18.3	染色质重塑和非编码 RNA 指导的染色质结构变化 ·····	(470)
18.3.1	染色质组装与激活·····	(471)
18.3.2	染色质重塑复合物·····	(471)
18.3.3	染色质重塑的模式·····	(472)
18.3.4	非编码 RNA 指导的染色质结构变化 ·····	(472)
18.4	表观遗传现象介绍·····	(473)
18.4.1	遗传印记·····	(473)
18.4.2	X 染色体失活·····	(475)
18.4.3	副突变·····	(476)
参考文献·····		(478)



绪 论

1.1 什么是遗传学

遗传学(genetics)是研究生物遗传信息传递及遗传信息如何决定性状发育的科学,是生命科学最重要的分支学科之一,也可以说是生命科学的核心学科。遗传学的研究核心是生物的遗传和变异。遗传(heredity)是指亲代与子代间相似的现象。俗话说“种瓜得瓜,种豆得豆”,“龙生龙,凤生凤,老鼠生子会打洞”就生动地说明了生物的遗传现象。变异(variation)是指亲代和子代、子代和子代间具有差异的现象。“一母生九子,九子九模样”,“世界上没有完全相同的两片树叶”,这种同种个体间的差异就是变异。生物有遗传的特性,才能繁衍后代,才能保证物种的相对稳定性;生物有变异的特性,才能产生新的特性,才能有物种的进化和新品种的出现。正因为生物不断地发生变异,同时把一些适合环境条件的变异遗传下来,才使得生物不断地发展和进化。因此,遗传和变异是生物进化和新品种形成的内在因素。

遗传学是一门研究生物遗传和变异规律的学科。由于生物的遗传和变异是由遗传信息即基因决定的,因此,遗传学也可以称为研究基因结构、传递和表达规律的一门学科,简单地说遗传学就是基因学。遗传学的研究内容可以包括四个方面:(1)基因和基因组的结构,主要是基因与基因组的核苷酸序列与生物学功能之间的关系。(2)基因在世代之间传递的方式与规律。(3)基因转化为性状所需的各种内外条件,也就是基因表达调节的规律。(4)利用遗传学知识,能动地改造生物的基因或者控制其表达,指导生