



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
全国高等农林院校规划教材

林木遗传学基础

(第2版)

张志毅 主编



中国林业出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
全国高等农林院校规划教材

林木遗传学基础

(第2版)

张志毅 主编

中国林业出版社

内容简介

本书是在第1版的基础上,根据细胞遗传、分子遗传、统计遗传以及生物技术等遗传学领域的研究进展进行了补充和完善,系统地介绍了遗传学基本概念、基本原理和分析方法;教材内容取材注重经典遗传学和现代遗传学的结合,力求反映学科的最新进展;教材表现形式图文并茂,文字精炼,便于教师讲解和学生理解。

全书共分15章。主要内容包括:绪论、遗传的细胞学基础、遗传物质的分子基础、遗传的三大基本定律、遗传的变异、细菌与病毒的遗传、基因工程和基因组学、细胞质遗传与雄性不育、数量遗传基础、遗传图谱构建与基因定位、遗传与发育、近亲繁殖与杂种优势、群体遗传。

本书适用于森林资源类、植物生产类、生物科学类专业本科生的遗传学教学,亦可供相关专业的研究生、专科生以及科技工作者参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

林木遗传学基础 / 张志毅主编. -2版. -北京:中国林业出版社,2012.3 (2015.5重印)
普通高等教育“十一五”国家级规划教材 全国高等农林院校规划教材
ISBN 978-7-5038-6510-7

I. ①林… II. ①张… III. ①树木学:植物遗传学-高等学校-教材
IV. ①S718.46

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第037176号

中国林业出版社·教材出版中心

策划、责任编辑:肖基洪

电话:(010) 83143555

传真:(010) 83143516

出版发行 中国林业出版社(100009 北京市西城区德内大街刘海胡同7号)

E-mail: jiaocaipublic@163.com 电话:(010) 83143500

http://lycb.forestry.gov.cn

经 销 新华书店

印 刷 北京市昌平百善印刷厂

版 次 2012年6月第2版

印 次 2015年5月第2次印刷

开 本 850mm×1168mm 1/16

印 张 27.25

字 数 634千字

定 价 43.00元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有 侵权必究

高等农林院校森林资源类教材

编写指导委员会

主 任：尹伟伦

副主任：杨传平 曹福亮 陈晓阳

林学组

组 长：陈晓阳

副组长：薛建辉 赵雨森 洪 伟

委 员：(以姓氏笔画为序)

亢新刚	冯志坚	孙向阳	刘桂丰	刘建军
张志翔	张 健	邢世岩	汤庚国	李凤日
李志辉	余光辉	胥 辉	周志翔	项文化
胡海清	高捍东	徐立安	郭晋平	戚继忠
童再康	翟明普			

秘 书：韩海荣

森保组

组 长：骆有庆

副组长：叶建仁 王志英

委 员：(以姓氏笔画为序)

王 军	孙绪艮	朱道弘	闫 伟	迟德富
张立钦	陈顺立	欧晓红	贺 伟	黄大庄
曹支敏	嵇保中	韩崇选	温俊宝	

秘 书：田呈明

《林木遗传学基础》(第2版) 编写人员

主 编 张志毅

副主编 张金凤 张德强

编写人员 (按姓氏笔画排序)

李 伟 (北京林业大学)

李颖岳 (北京林业大学)

杨敏生 (河北农业大学)

刘桂丰 (东北林业大学)

安新民 (北京林业大学)

庞晓明 (北京林业大学)

段安安 (西南林业大学)

徐吉臣 (北京林业大学)

续九如 (北京林业大学)

张志毅 (北京林业大学)

张德强 (北京林业大学)

张金凤 (北京林业大学)

第2版前言

本教材是1990年出版的全国高等林业院校试用教材《林木遗传学基础》的修订版。第一版教材由朱之悌院士主编,该教材针对林业高等院校遗传学的教学需要,具有简明扼要、深入浅出的特点,受到众多农林院校的欢迎,一再印刷,为我国林学专业人才的培养发挥了重要作用。

遗传学是林学等与生物科学相关专业的基础学科,其理论知识涵盖范围广,且与实际应用联系紧密。近20年来,遗传学发展迅猛,新的研究成果不断涌现。为了向学生及时介绍遗传学科的最新进展,使学生了解和掌握遗传学的新理论和新方法,提高林业高等院校的遗传学教学质量,满足林业行业在新的基因组学时代的人才培养需求,非常有必要对原教材进行增补和修改。

本书是以《林木遗传学基础》(第1版)为基础,根据细胞遗传、分子遗传、统计遗传以及生物技术等领域的研究进展改编的。在教材内容方面,力求反映学科的最新进展,同时尽量结合林木良种选育的实践特点和需求,系统介绍遗传学的理论和分析方法。在教材表现形式方面,为便于教师讲解和学生理解,力求图文并茂;增加了“本章提要”、“思考题”、“主要参考文献”,以及附录遗传学专业词汇英汉对照和遗传学相关网站,方便学生自学和拓展学习。

本书由张志毅教授主编,张金凤教授、张德强教授为副主编。正文共分15章,具体编写分工如下:第1章绪论由张志毅编写;第2章遗传的细胞学基础由张金凤编写;第3章遗传物质的分子基础由徐吉臣编写;第4章孟德尔遗传定律和第5章连锁遗传由张志毅、张金凤编写;第6章基因与基因突变由庞晓明编写;第7章染色体畸变由刘桂丰编写;第8章细菌与病毒的遗传由张德强编写;第9章基因工程与基因组学由安新民编写;第10章细胞质遗传与雄性不育由李颖岳编写;第11章数量遗传基础由续九如编写;第12章遗传图谱构建与基因定位由张德强编写;第13章遗传与发育由段安安编写;第14章近亲繁殖与杂种优势由李伟编写;第15章群体遗传学由杨敏生编写。全书第1、2、4、5、6、7、10、11章由张金凤统稿;第3、8、9、12、13、14、15章由张德强统稿。

感谢第一版的主编朱之悌院士以及原编写组,他们对遗传学的精辟认识和简明优美的文字表达,为我们今天的改编奠定了良好的基础。胡冬梅老师为本书绘制了部分插图,李慧研究生完成了部分章节文字录入与编排,感谢他们为本教材的出版付出的

辛苦。还要感谢中国林业出版社为本教材的出版所提供的有益帮助。

遗传学领域宽广，分支众多，发展迅速，尽管我们竭尽全力，希望能承续第一版教材经久不衰的魅力，但限于编者水平，一定还会有诸多疏漏和错误之处，敬请读者批评、指正！

在本教材即将完成前夕，主编张志毅教授不幸逝世，他生前对本教材的编写倾注了大量心血，谨以本书的出版表达全体编写人员的深切怀念！

编 者

2011年3月

第 1 版前言

编写一本适用于我国林业院校的遗传学教材，是当前刻不容缓的事。新中国成立以来，我国林业院校遗传学教材变化很大，自 70 年代以后各校才根据现代遗传学的体系开设遗传学课程，作为指导林木育种学的理论基础。因此对我国林木遗传学的教学来说，就有个转轨定向的问题，就有个学习普及和重新讲授现代遗传学问题，这就产生了编写遗传学教材的必要性。其次，目前我国各行各业高等院校的遗传学教学中，几乎都有以行业特点组织编写的遗传学，如植物遗传学、微生物遗传学、人类遗传学、动物遗传学等教材，唯独没有林木遗传学。1980 年全国林业院校 51 位林木遗传育种学的主讲教师利用在北京西山开会的机会，一致主张针对木本植物的特点，编写一本适合林业院校教学需要、篇幅较小、精简扼要的遗传学教材，以满足当前教学需要，同时对这本教材的内容和学时也作了讨论，制定了教学大纲，并建议各兄弟院校试行编写，以推陈出新，推动教学。我们这本“林木遗传学基础”就是出于这一倡议，根据上述教学大纲而编写的。开初以油印的方式，1983 年以后改用铅印，在北京林业大学和其他一些兄弟院校林业专业中试用。在广泛听取本专业师生意见的基础上，1988 年又进行了大量的修改和补充，1989 年作为全国试用教材，交由中国林业出版社出版发行。

本书内容除绪论外，共分十一章，由五个部分组成：第一部分（第一章至第四章）主要阐述遗传的细胞学基础及遗传的基本规律；第二部分（第五章）为分子遗传学基础；第三部分（第六章至第八章）为遗传的变异，包括基因突变、染色体数目及结构的变异；第四部分（第九章）为细胞质遗传；第五部分（第十章和第十一章）为林木群体遗传和数量性状遗传。第一章由林惠斌同志编写；第九章由朱大保同志编写；第十章和第十一章由续九如同志修改和编写；绪论和其余各章则由朱之悌同志编写、林惠斌同志修改。由于编者水平有限，错误和疏漏之处在所难免。敬希读者批评指正。

朱之悌

1989 年 7 月于北京

目 录

第2版前言

第1版前言

1 绪 论	(1)
1.1 遗传学基本概念	(1)
1.2 遗传学的产生与发展	(3)
1.3 遗传学的研究途径	(7)
1.4 遗传学的意义与作用	(8)
2 遗传的细胞学基础	(11)
2.1 细胞的结构和功能	(11)
2.1.1 原核细胞	(11)
2.1.2 真核细胞	(12)
2.2 染色体	(15)
2.2.1 染色质与染色体	(15)
2.2.2 染色体的形态	(16)
2.2.3 染色体的结构	(18)
2.2.4 染色体的数目	(19)
2.2.5 染色体组型及分析	(20)
2.3 染色体在细胞分裂中的行为	(21)
2.3.1 细胞周期	(21)
2.3.2 有丝分裂中染色体的行为	(23)
2.3.3 减数分裂中染色体的行为	(25)
2.3.4 遗传的染色体学说	(29)
2.4 生物的生殖	(30)
2.4.1 有性生殖	(30)
2.4.2 无性生殖	(35)
2.5 生活周期	(36)

2.5.1	低等植物的生活周期	(36)
2.5.2	高等植物的生活周期	(37)
2.5.3	高等动物的生活周期	(38)
3	遗传物质的分子基础	(41)
3.1	遗传物质	(41)
3.1.1	DNA 是主要的遗传物质	(42)
3.1.2	RNA 也是遗传物质	(47)
3.2	核酸分子的基本构成	(48)
3.2.1	DNA 研究的历史	(48)
3.2.2	核酸及其分布	(49)
3.2.3	DNA 的分子结构	(49)
3.2.4	RNA 的分子结构	(53)
3.3	遗传物质的复制	(56)
3.3.1	DNA 复制的模型	(56)
3.3.2	原核生物 DNA 的合成	(57)
3.3.3	真核生物 DNA 的合成	(61)
3.4	遗传信息的转录	(63)
3.4.1	RNA 复制的一般特点	(63)
3.4.2	原核生物 RNA 的合成	(64)
3.4.3	真核生物遗传物质的转录和加工	(65)
3.5	遗传密码与遗传信息的翻译	(67)
3.5.1	遗传密码	(67)
3.5.2	蛋白质的合成	(72)
3.5.3	中心法则及其发展	(76)
4	孟德尔遗传定律	(78)
4.1	分离定律	(78)
4.1.1	孟德尔的豌豆杂交试验	(78)
4.1.2	分离现象的解释	(80)
4.1.3	分离定律的验证	(82)
4.1.4	显性的表现	(84)
4.1.5	分离定律的应用	(85)
4.2	独立分配定律	(85)
4.2.1	两对相对性状的遗传	(85)
4.2.2	独立分配现象的解释	(87)
4.2.3	独立分配定律的验证	(88)
4.2.4	多对基因的遗传	(90)

4.2.5	独立分配定律的应用	(92)
4.3	遗传基本数据的统计学处理	(92)
4.3.1	概率原理	(93)
4.3.2	二项式展开	(94)
4.3.3	χ^2 测验	(96)
4.4	基因互作	(98)
4.4.1	基因互作的主要类型	(98)
4.4.2	多因一效与一因多效	(102)
5	连锁遗传	(105)
5.1	连锁与交换	(106)
5.1.1	性状连锁遗传现象	(106)
5.1.2	连锁遗传的解释	(107)
5.2	交换值及其测定	(110)
5.2.1	交换值	(110)
5.2.2	交换值的测定	(111)
5.2.3	干扰和符合	(112)
5.3	基因定位与连锁遗传图	(112)
5.3.1	基因定位	(112)
5.3.2	连锁遗传图(遗传图谱)	(115)
5.4	真菌类的连锁遗传分析	(116)
5.5	连锁遗传定律的应用	(117)
5.6	性别决定与性连锁	(118)
5.6.1	性染色体与性别决定	(118)
5.6.2	伴性遗传	(120)
5.6.3	从性遗传与限性遗传	(122)
6	基因与基因突变	(125)
6.1	基因	(125)
6.1.1	基因的概念	(125)
6.1.2	基因的表达调控	(127)
6.2	基因突变	(137)
6.2.1	基因突变的概念	(137)
6.2.2	基因突变的一般特征	(138)
6.2.3	基因突变的分子基础	(140)
6.2.4	基因突变的鉴定	(146)
6.2.5	基因突变的诱发	(148)
6.3	转座因子	(152)

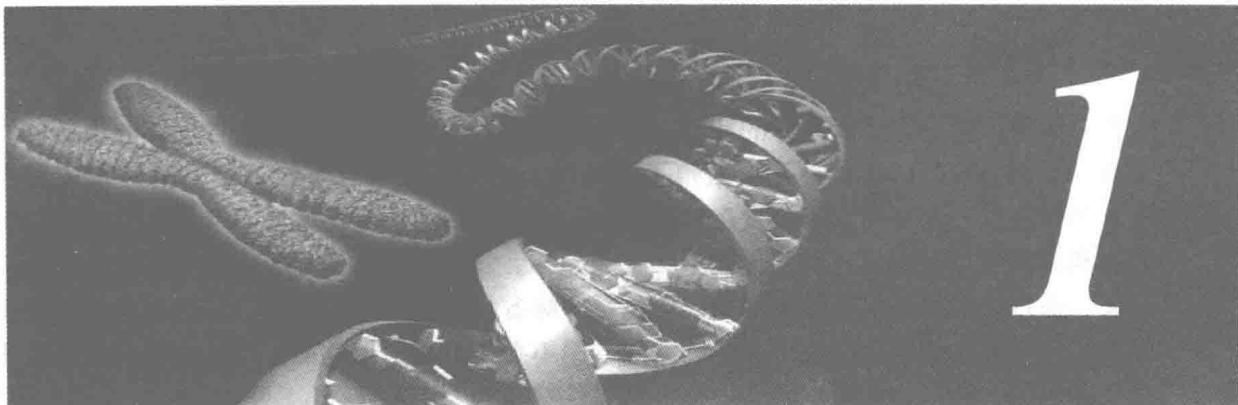
6.3.1	转座因子的发现	(152)
6.3.2	转座因子的结构特性	(153)
6.3.3	转座因子的遗传学效应和应用	(156)
7	染色体畸变	(160)
7.1	染色体结构变异	(160)
7.1.1	染色体缺失	(160)
7.1.2	染色体重复	(163)
7.1.3	染色体倒位	(166)
7.1.4	染色体易位	(170)
7.2	染色体数目变异	(175)
7.2.1	染色体组与染色体倍性	(175)
7.2.2	整倍体变异	(176)
7.2.3	多倍体形成途径	(178)
7.2.4	非整倍体变异	(179)
7.3	染色体变异的应用	(182)
7.3.1	染色体结构变异的应用	(182)
7.3.2	染色体数目变异的应用	(185)
8	细菌与病毒的遗传	(193)
8.1	细菌和病毒的特点	(193)
8.1.1	细菌的特点及培养技术	(193)
8.1.2	病毒的特点及种类	(195)
8.1.3	细菌和病毒在遗传研究中的优越性	(197)
8.1.4	细菌和病毒的拟有性过程	(197)
8.2	噬菌体的遗传分析	(198)
8.2.1	噬菌体的结构与生活周期	(198)
8.2.2	噬菌体的基因重组与作图	(200)
8.2.3	λ 噬菌体的基因重组与作图	(202)
8.3	细菌的遗传分析	(203)
8.3.1	转化	(203)
8.3.2	接合	(206)
8.3.3	性导	(214)
8.3.4	转导	(215)
9	基因工程与基因组学	(220)
9.1	基因工程	(220)
9.1.1	基因工程的基本原理	(221)

9.1.2	基因工程的一般步骤	(222)
9.1.3	限制性内切核酸酶与连接酶	(222)
9.1.4	基因工程中的载体	(225)
9.1.5	基因克隆与 cDNA 文库	(230)
9.1.6	转基因技术及其应用	(238)
9.2	基因组学	(242)
9.2.1	基因组学的概念及基因组计划	(242)
9.2.2	基因组图谱的构建	(245)
9.2.3	基因组图谱的应用	(246)
9.2.4	后基因组学	(248)
10	细胞质遗传与雄性不育	(253)
10.1	细胞质遗传的概念与特点	(253)
10.1.1	细胞质基因与细胞质遗传的概念	(253)
10.1.2	细胞质遗传的特点	(254)
10.2	母性影响	(254)
10.2.1	椎实螺外壳旋转方向的遗传	(254)
10.2.2	面粉蛾眼色的遗传	(255)
10.3	叶绿体遗传	(256)
10.3.1	叶绿体遗传的表现	(256)
10.3.2	叶绿体遗传的分子基础	(257)
10.4	线粒体遗传	(259)
10.4.1	线粒体遗传的表现	(259)
10.4.2	线粒体遗传的分子基础	(261)
10.5	其他细胞质遗传基因	(263)
10.5.1	共生体的遗传	(263)
10.5.2	质粒的遗传	(265)
10.6	植物雄性不育的遗传与应用	(266)
10.6.1	植物雄性不育的类别及遗传特点	(266)
10.6.2	植物雄性不育的发生机理	(269)
10.6.3	植物雄性不育的应用	(271)
11	数量遗传基础	(274)
11.1	数量性状的特征及其遗传基础	(274)
11.1.1	数量性状的概念和特征	(274)
11.1.2	数量性状的遗传基础	(275)
11.2	数量性状分析的统计学基础	(278)
11.2.1	群体平均值	(278)

11.2.2	方差与标准差	(278)
11.2.3	变异系数	(280)
11.2.4	协方差	(280)
11.2.5	方差分析	(281)
11.2.6	协方差分析	(286)
11.3	数量性状表型值与表型方差的分解	(287)
11.3.1	表型值及其分解	(287)
11.3.2	表型方差及其分解	(287)
11.3.3	亲属间的遗传协方差	(288)
11.4	主要遗传参数	(289)
11.4.1	重复力	(289)
11.4.2	遗传力	(291)
11.4.3	遗传相关	(295)
11.5	数量性状的选择改良与遗传参数的应用	(297)
11.5.1	数量性状的选择改良	(297)
11.5.2	遗传参数的应用	(298)
12	遗传图谱构建与基因定位	(303)
12.1	分子标记	(304)
12.1.1	限制性片段长度多态性	(304)
12.1.2	随机扩增多态性 DNA	(305)
12.1.3	扩增性片段长度多态性	(306)
12.1.4	简单序列重复	(308)
12.1.5	表达序列标签	(309)
12.1.6	单核苷酸多态性	(309)
12.2	遗传连锁图谱构建	(311)
12.2.1	遗传作图群体	(312)
12.2.2	遗传图谱的制作	(313)
12.3	数量性状基因的定位	(320)
12.3.1	QTL 分析方法	(321)
12.3.2	QTL 分析的研究进展	(323)
12.4	质量性状基因的定位	(325)
12.4.1	近等基因系分析法	(325)
12.4.2	混合分群分析法	(326)
12.5	基于候选基因的联合遗传学研究	(327)
12.5.1	特点	(327)
12.5.2	应用	(327)
12.6	重要经济性状的图位克隆	(328)

12.7	分子标记辅助选择育种	(329)
12.7.1	MAS 的应用	(329)
12.7.2	影响 MAS 的关键因素	(330)
13	遗传与发育	(333)
13.1	发育遗传学概述	(334)
13.2	细胞核与细胞质在个体发育中的作用	(336)
13.2.1	细胞核在细胞生长和分化中的作用	(336)
13.2.2	细胞质在细胞生长和分化中的作用	(337)
13.2.3	细胞核与细胞质在个体发育中的相互关系	(338)
13.2.4	环境条件对个体发育的影响	(339)
13.3	基因对个体发育的调控	(339)
13.3.1	个体发育的阶段性	(340)
13.3.2	基因与发育模式	(341)
13.3.3	基因与发育工程	(344)
13.3.4	植物花器官的发育	(348)
13.4	细胞的全能性	(350)
13.4.1	植物细胞的全能性	(350)
13.4.2	动物细胞的全能性	(351)
14	近亲繁殖与杂种优势	(354)
14.1	近亲繁殖及其遗传效应	(354)
14.1.1	近亲繁殖的概念	(354)
14.1.2	自交的遗传效应	(356)
14.1.3	回交的遗传效应	(358)
14.1.4	近亲繁殖在育种中的应用	(359)
14.2	纯系学说	(360)
14.3	杂种优势	(361)
14.3.1	杂种优势的表现	(361)
14.3.2	杂种优势的遗传假说	(363)
14.3.3	杂种优势的分子机理	(365)
14.3.4	杂种优势在育种中的应用	(366)
14.3.5	杂种优势的固定	(368)
15	群体遗传学	(371)
15.1	基因频率与基因型频率	(371)
15.1.1	基因频率与基因型频率的概念	(371)
15.1.2	基因频率与基因型频率的关系	(372)

15.2 遗传平衡定律	(373)
15.2.1 遗传平衡定律的主要内容	(373)
15.2.2 遗传平衡定律的应用和扩展	(376)
15.3 影响遗传平衡的因素	(379)
15.3.1 选择	(379)
15.3.2 突变	(383)
15.3.3 遗传漂变	(384)
15.3.4 迁移	(385)
15.3.5 非随机交配	(386)
15.4 遗传多样性	(387)
15.4.1 遗传多样性的概念	(387)
15.4.2 遗传多样性的测定与评价	(387)
15.4.3 遗传多样性的保护与利用	(393)
15.5 进化与物种形成	(394)
15.5.1 达尔文进化学说及其发展	(394)
15.5.2 分子进化与中性学说	(397)
15.5.3 物种的形成	(402)
附 录	(407)
附 1: 遗传学专业词汇英汉对照	(407)
附 2: 遗传学相关网站	(419)



绪论

遗传是生命世界的一种最普遍的现象，是生物的一种属性。遗传使生物体繁衍与其相似的同种生物，使它们的特征得以延续；而变异则形成了千千万万的形形色色的有差异的生物种类。遗传和变异构成了生物进化的基础和条件。遗传学是阐明生命现象和规律的一门自然科学。它犹如一座大厦，是在人类认识发展的过程中建立、发展，并在实践中不断添砖加瓦、发展完善起来的。

1.1 遗传学基本概念

遗传学(genetics)是研究生物遗传和变异的科学。它是自然科学中一门十分重要的理论学科，是生命科学的一个重要分支。它涉及生命的起源和生物进化的机理；它又直接为动植物和微生物的育种工作服务，是良种选育和遗传控制改良的理论基础，与人类医学和保健事业也有十分密切的关系。所以遗传学不仅在理论研究上，而且在生产实践上都有十分重大的意义，是当今生物科学中最为活跃的学科之一。

遗传学研究的对象是生物的遗传和变异，遗传和变异是生物界最普遍和最基本的两个特征。所谓遗传(heredity)，是指亲代与子代之间相似的现象；变异(variation)则是指亲代与子代之间、子代个体之间存在的差异。生物因为有遗传的特性，才可以繁衍后代，保持物种的相对稳

遗传学是当今生物科学中最为活跃的学科之一，遗传学的研究领域涵盖病毒、细菌、各种植物和动物以及人体等各种生命形式。作为一门实验科学，遗传学涵盖了分子、细胞、个体到群体的不同层次，各自采用独特的研究途径，可分为分子遗传学、细胞遗传学、经典遗传学和生物统计遗传学。作为生物学知识的核心，遗传学统一了生物学的各个学科。作为一门应用科学，遗传学在农林业中指导品种选育和良种繁育，在医学领域中研究疾病的机理并指导人们的医疗保健，在人类自身发展方面又是优生优育政策的理论基础。遗传学发展迅速，已进入基因组学时代，其对整个社会的影响长久而深远。