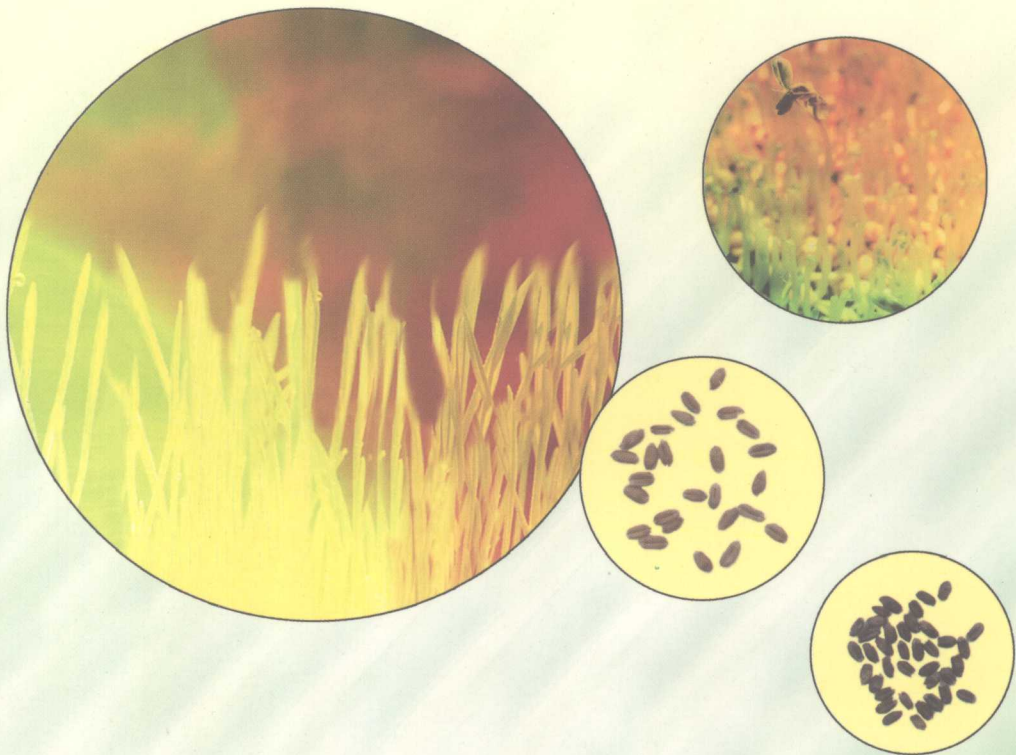





全国高等农林院校“十一五”规划教材

植物育种学

巩振辉 主编



 中国农业出版社

全国高等农林院校“十一五”规划教材

植物育种学

巩振辉 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

植物育种学/巩振辉主编. —北京: 中国农业出版社,
2008. 1

全国高等农林院校“十一五”规划教材

ISBN 978-7-109-11986-4

I. 植… II. 巩… III. 植物育种—高等学校—教材
IV. S33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 190381 号

5.

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

责任编辑 李国忠

北京通州皇家印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2008 年 1 月第 1 版 2008 年 1 月北京第 1 次印刷

开本: 820mm×1080mm 1/16 印张: 27.5

字数: 645 千字

定价: 39.50 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

本教材是全国高等农林院校“十一五”规划教材。全书包括绪论、育种目标、植物繁殖方式与育种、植物育种的遗传学基础、种质资源、引种与驯化、选择和选择育种、杂交育种、杂种优势育种、远缘杂交育种、诱变育种、倍性育种、群体改良、抗病虫育种、抗逆育种、品质育种、无性繁殖植物育种、生物技术育种、品种审定（登记）与良种繁育等内容。

本教材是我国第一部为植物生产类各专业编写的通用教材。教材综合借鉴国内外各种版本植物育种学教材的优点，突出反映了学科发展的新知识、新成果和新技术。强调结构的完整性和系统性，以共性为中心，将不同类型的植物揉为一体，实现实质性融合。同时，兼顾不同类型植物（草本与木本、有性繁殖与无性繁殖以及不同生产目的）的特点和个性，处理好常规育种技术与现代育种技术的关系，全面系统地介绍植物育种学的基本规律和知识体系，又使育种学在分子水平、细胞水平、组织器官水平、个体水平与群体水平各个层次得到全面的体现。

本教材适用于高等农林院校植物科学与技术、农学、园艺、园林、林学等植物生产类各专业本科生，也可供其他院校有关专业师生和科技人员使用。

主 编 巩振辉（西北农林科技大学）

副主编 叶志彪（华中农业大学）

李卓夫（东北农业大学）

编 者（以姓氏拼音排序）

巩振辉（西北农林科技大学）

李火根（南京林业大学）

李卓夫（东北农业大学）

牛立新（西北农林科技大学）

沈 漫（北京农学院）

孙东发（华中农业大学）

叶志彪（华中农业大学）

员海燕（西北农林科技大学）

张建奎（西南大学）

张菊平（河南科技大学）

审 稿 崔鸿文（西北农林科技大学）

序

在《植物育种学》将要付梓之际，主编巩振辉教授委我作序，盛情难却，只好从命。20年前振辉教授曾为我的研究生，以后又长期与我一起参加国家科技攻关课题研究，甚为熟悉。副主编叶志彪教授早在20世纪90年代，当我被聘为华中农业大学园艺系兼职教授时即已相识，并有较多的学术交流。我深知他们都是刻苦钻研、爱岗敬业、执著追求、富有开拓创新精神的“新生代”学术骨干，由他们挂帅，并组织众多年轻的专家教授共同编撰此书，定能不负众望，完成一部取材广泛、内容丰富，且能反映现代育种学最新发展水平的优秀教材，与前辈同类教材相比，可谓“青出于蓝而胜于蓝”。关于本书的特点，在主编撰写的《前言》中已有详细说明，兹不赘述。

我想摆脱一般“序言”的惯用模式和套路，表达一些具有实质性的重 要学术见解和信息。其中主要有“植物育种学”的定位；“植物育种学”的精准定义及其解读；“植物育种学”的发展历程及经验教训和反思。这对读者，特别是年轻一代或许更有助益。

“植物育种学”发展之迅猛、应用之广泛、成果之丰硕、效益之显著，在众多的农业学科分支中，堪称佼佼者，在农业生产中起着“顶梁柱”的作用。作物良种是各种农业科学技术和农业生产条件发挥潜能的重要载体，在诸多增产因素中居于首位，其贡献份额高达三成左右。20世纪60年代世界科技领域出现了一件大事，它被称为“绿色革命”（green revolution），有人甚至将其比做“20世纪产业革命的发动机”。在“绿色革命”中作出重大贡献的小麦育种家勃洛格（Norman Borlaug）因选育墨西哥小麦的巨大成功，使粮食实现了大幅度增产，因而被尊为“绿色革命”之父，并荣获“诺贝尔和平奖”。我国著名水稻育种家袁隆平，因其在杂交水稻育种中做出的突出贡献，而被尊为“杂交水稻之父”，他应有充分资格获得诺贝尔和平奖的殊荣。我们期待这本《植物育种学》的编辑出版，能为培养造就更多的“袁隆平式”的杰出育种家发挥重要作用。

开宗明义。孔子曰：“名不正，则言不顺，言不顺，则事不成”。因此，首先要给“植物育种学”一个精准的定义。国内外“植物育种学”的版本甚多，关于“植物育种学”的定义基于不同的视角也有多种提法，见仁见智，各有所长。我认为其中 Smith 的定义最为确切、全面和深刻，它道出了“植物育种学”的本质和精髓，兹引述如下：“Plant breeding was defined by Smith (1966) as the art and science for improving genetic pattern of plants in relation to their economic use.” 我对此定义做以下分析和解读：第一，该定义首次指出，“植物育种学”不仅是一门科学 (science)，同时也是一门艺术 (art)。植物育种及其成果 (新品种) 应为科学与艺术相互融合的结晶，这就为植物育种家提出了更高的要求。对于园艺植物而言，尤其特殊重要的意义。第二，该定义强调指出，植物育种学的目标是改进植物的“遗传模式” (improving genetic pattern) 即改造其“遗传型” (genotype)，而不是只改变其“表型” (phenotype)。这是对育种学实质、核心和关键的深刻理解和阐述。曾经对前苏联和我国遗传育种学造成严重灾难的“李森科学说”，其理论上谬误的要害乃是将育种的目标和手段定格在表型的变异上，因而采用改变环境条件的所谓“定向培育”方法进行育种，错误的理论必然导致实践的失败。第三，该定义明确指出，植物育种学要改进的“遗传模式”，并非脱离生产实际需要的任何遗传模式，而是将重点聚焦到“经济用途” (economic use) 上，对于作为“经济作物” (cash crop) 的园艺作物而言更具重要意义。作为育种成果的植物新品种必须具有一定的经济适用性，也即能够占领市场，并能创造显著的经济效益。据此，我们应将“植物育种学”定位为一门实用性很强的“应用科学” (applied science)，而不是只为发表论文而关在“象牙之塔”的实验室内进行研究的“纯科学” (pure science)。我相信，按此定义的精髓来理解育种学，并用以指导育种实践，定能获益匪浅。

本教材是一本最新的教材，自然要体现“现代”的精神，主编巩振辉教授在其所写《前言》的第一句话也提到“现代”二字。什么是“现代”？我的理解是：“现代就是满载着过去，孕育着未来”。欲有效地把握现代，开拓“未来”，必须对“过去”进行严肃的检讨和反思。“前事不忘，后事之师”，以史为鉴，方能总结经验教训，避免重蹈覆辙。这对未曾经历“遗

传学劫难”的年轻一代更具有重要意义。

作为现代育种学的理论基础的遗传学，应溯源于1900年孟德尔（Gregor Mendel, 1822—1884）的《植物杂交试验》经典论文的重见天日。随之产生的“孟德尔定律”，为现代遗传学、育种学之发展奠定了坚实的基础。此后世界各国沿着孟德尔所开创的正确方向得到了迅速而卓有成效的发展。从孟德尔根据植物杂交试验所推定的“遗传因子”（factor）；到摩尔根（Thomas Morgan, 1866—1945）通过果蝇试验将其落实在染色体上，并称其为“基因”（gene），从而创立了“基因学说”和“细胞遗传学”；再到瓦特森（James Watson）和克里克（Francis Crick）查明了DNA双螺旋结构，在分子水平上破译了“遗传密码”，并进而建立了“分子遗传学”，为“基因工程”、“分子育种”等崭新的科学领域奠定了基础，为现代育种学的发展开辟了广阔的前景。综观遗传学、育种学的上述发展轨迹，清晰地体现了“由表及里，由浅入深，由此及彼，由简单到复杂，由宏观到微观”不断提升、深化的辩证发展历程，并经受了实践的检验，为生物科学和农业生产及医学事业做出了辉煌贡献。

然而，就在国际遗传学、育种学得到蓬勃发展之际，在前苏联遗传学界发生了极其严重的反科学逆流。被认为是20世纪世界科学界罕见的大骗子、大学阔的李森科，依仗他所骗取的前苏联最高权威对他的信任和支持，对敢于坚持遗传学正确方向的一大批杰出科学家扣上“阶级敌人”、“破坏分子”等政治罪名，进行了无情斗争，残酷迫害，其中不少被流放、监禁，甚至判处死刑。其中包括世界著名的杰出遗传学家，“作物种质资源起源中心”学说的创始人瓦维洛夫，他被诬以“间谍”罪名，判处死刑而冤死狱中。这场由李森科发动的历时三十余年之久的，对人类尊严和良知的最野蛮、最血腥的暴行，给苏联生物学造成了惨重的损失，使原本先进的苏联遗传学停滞、倒退了数十年。

20世纪50年代初，我国由于受帝国主义包围封锁的历史背景，在学术上采取了全面学习苏联的做法，一批“苏联专家”将“李森科学说”输入我国，并被奉为神圣不可侵犯的绝对权威，我国许多著名的遗传学家也都遭受批判和打击。以“基因学说”为理论基础的遗传学和育种学被迫中止教学和研究，形成了以“米丘林遗传学”（实为“李森科遗传学”）惟我独

尊、一家独鸣的一统天下，使我国的生物科学、农业科学的研究长期停滞落后，所造成的巨大损失，可谓“罄竹难书”。直到“四人帮”被推翻，拨乱反正，实行改革开放政策，被李森科颠倒的历史才得以颠倒过来。前苏联及其带给我国的这段惨痛教训，值得每一个科学工作者认真反思和总结。正如高翼之教授在《遗传》杂志（2001年23卷6期）发表的署名文章《否定基因——李森科伪科学肆虐记》所深刻指出的：“我国遗传学界必须深刻地记取这段沉痛的血的历史教训，增强对伪科学的识别和免疫能力”。作为育种科学家必须不畏权势，敢于坚持真理，抵制谬误，才能避免历史悲剧的重演。目前，我国遗传学、育种学在正确的学术理论指导下，通过自身的努力钻研，开拓创新，必能跻身于世界先进行列，为我国育种事业和农业发展做出应有的贡献。

教授、博士生导师 王 鸣

西北农林科技大学

2007年8月6日

前 言

《植物育种学》是以现代遗传学、生态学、生物进化论为主要理论基础，综合应用多学科的相关理论与技术，进行植物新品种选育和种子生产原理与方法研究的一门科学。长期以来，我国农学、园艺、林学等专业的育种学教材都是按农作物、果树、蔬菜、观赏植物、林木分头编写，各自形成了相对独立的理论与教学体系。随着我国高等教育的发展，尤其是扩招和专业调整，按不同类型植物所设专业编写的育种学教材的弊端逐渐显现出来了。由于专业划分过细，按专业编写的育种学使学生在全面掌握植物育种学原理和方法方面有较大的局限性，限制了学生的知识面和适应性。近年来，这一问题已引起了育种家与出版者的高度重视，先后编写出版了《园艺植物育种学》和《植物育种学》几种版本，前者是“园艺专业”专用教材，后者是“植物科学与技术专业”专用教材，但尚没有一本适应于植物生产类各专业通用的《植物育种学》教材。为此，借全国高等农林院校“十一五”规划教材编写之机，在中国农业出版社的统一规划和指导下，我们长期从事农作物、果树、蔬菜、观赏园艺、园林与林木育种学教学与科研的10位教授，在深入分析国内外优秀育种学教材的基础上，编写了本教材，作为适应新时期教育教学改革的一次尝试。

2006年3月，我们在接受《植物育种学》教材编写任务后，广泛征求了参加编写各位专家和一些长期从事植物育种的老一辈专家的意见和建议，对我们申报的全国高等农林院校“十一五”规划教材《植物育种学》编写大纲进行了补充、修改；2006年8月，在中国农业出版社的主持下，在杨凌召开了全国高等农林院校“十一五”规划教材《植物育种学》编写会议，会议根据全国高等农林院校“十一五”规划教材的编写要求，与会专家对编写大纲进行了深入的研讨与交流，统一了编写思想，修改、完善了编写大纲，确定了编写体系与编写基本原则。编写体系是以植物育种途径为主线，重点介绍植物种质资源调查（查）、引种驯化（引）、选择育种（选）及通过人工创造变异，选择获得新品种的人工创造变异育种（育）途径，

以及采用这些途径选育新品种的理论、方法与技术；强化育种的基本理论（如生殖、遗传、突变与育种），以及现代育种技术（如单倍体育种，包括大、小孢子培养、体细胞突变体筛选、分子标记辅助育种、重要植物性状的 QTL 分析、太空诱变育种等）；突出一些广泛关注与育种难度较大的育种目标，如抗逆育种、抗病育种和品质育种。在本教材的编写过程中，广泛吸取国内外植物育种学教学体系的成功经验，综合借鉴国内外各种版本植物育种学教材的优点，除突出教材内容的先进性和实用性、文字表达的准确性和可读性外，强调结构的完整性和系统性，以共性为中心，将不同类型的植物揉为一体，实现实质性融合。同时，兼顾不同类型植物（草本与木本、有性繁殖与无性繁殖以及不同生产目的）的特点和个性，处理好常规育种技术与现代育种技术的关系，全面系统地介绍植物育种学的基本规律和知识体系，又使育种学在分子水平、细胞水平、组织器官水平、个体水平与群体水平各个层次得到全面的体现。为了便于同学自学，在内容安排上，每章有小结、复习思考题与推荐读物，书后附有主要参考文献。同时，在编写过程中，体现了多接口的自学内容和研究生进一步学习的空间。总之，全书概念准确，内容丰富，资料翔实，信息量大，育种原理论述清晰，育种方法、技术详细具体，图文并茂，实用性强，通俗易懂。

全书共 19 部分，分绪论（巩振辉、张菊平撰稿）、育种目标（牛立新、巩振辉撰稿）、植物繁殖方式与育种（张建奎撰稿）、植物育种的遗传学基础（李火根、巩振辉撰稿）、种质资源（孙东发、巩振辉撰稿）、引种与驯化（张建奎、沈漫撰稿）、选择和选择育种（员海燕、巩振辉撰稿）、杂交育种（张菊平、员海燕撰稿）、杂种优势育种（孙东发、李卓夫、巩振辉撰稿）、远缘杂交育种（张菊平、张建奎撰稿）、诱变育种（叶志彪、巩振辉撰稿）、倍性育种（李卓夫、李火根撰稿）、群体改良（李火根、巩振辉撰稿）、抗病虫育种（巩振辉、沈漫撰稿）、抗逆育种（沈漫、巩振辉撰稿）、品质育种（李卓夫、李火根、叶志彪撰稿）、无性繁殖植物育种（沈漫、李火根撰稿）、生物技术育种（叶志彪、巩振辉撰稿）、品种审定（登记）与良种繁育（张菊平、牛立新撰稿）。全书初稿经巩振辉、叶志彪、李卓夫多次讨论、修改后，由巩振辉对内容、编排和图表进行统一定稿、绘制。全书大多数章节示意图由西北农林科技大学吕元红同志绘制。在编写和审改

过程中，得到了西北农林科技大学崔鸿文教授、王鸣教授和陈儒钢博士的关心与帮助，崔鸿文教授对本书进行了细致的审阅，并提出了宝贵的修改意见，王鸣教授赐序，陈儒钢博士对全书进行了校对。在本书出版之际，谨此为本书面世作出贡献的所有人员表示衷心感谢。

本教材是全国高等农林院校“十一五”规划教材，又是第一本面向植物生产类各专业的通用教材，其内容要求新，起点高，涵盖面宽，涉及多学科。作为作者，深感责任重大。虽然在编审人员的共同努力下完成了这一艰巨任务，但由于时间仓促，不当之处敬请广大教师和其他读者提出宝贵意见，以供再版修改时采用。

巩振辉

2007年11月

目 录

序 前言

绪论	1
第一节 植物进化与遗传改良	1
一、植物进化与遗传改良	1
二、植物育种学的概念	5
三、植物育种学的内容及任务	6
第二节 品种在农业生产中的作用	7
一、品种的概念及特性	7
二、优良品种在农业生产中的作用	9
第三节 植物育种学的历史及发展趋势	11
一、植物育种学的发展历史	11
二、植物育种学的发展趋势	13
小结	15
复习思考题	16
推荐读物	16
第一章 育种目标	17
第一节 育种目标的类型	17
一、一般目标	17
二、特殊目标	19
三、育种目标的实现	22
第二节 制定育种目标的一般原则	23
一、满足当前生产和今后发展的需要	23
二、适应当地的自然条件和栽培条件	23
三、突出主要矛盾	24
四、落实到具体性状	24
五、考虑品种搭配	24
六、考虑其实现的可能性	24
小结	25
复习思考题	25
推荐读物	25

第二章 植物繁殖方式与育种	26
第一节 植物授粉受精	26
一、授粉受精过程	26
二、雄性不育性	27
三、亲和性	28
第二节 植物繁殖方式的分类	30
一、有性繁殖	30
二、无性繁殖	32
第三节 不同繁殖方式植物的遗传特点及其与育种的关系	33
一、自花授粉植物	33
二、异花授粉植物	35
三、常异花授粉植物	36
四、无性繁殖植物	37
小结	38
复习思考题	38
推荐读物	39
第三章 植物育种的遗传学基础	40
第一节 植物遗传原理	40
一、遗传的普遍性与复杂性	40
二、质量性状遗传	41
三、数量性状遗传	42
四、纯系学说	44
五、遗传与进化	45
第二节 植物变异的本质	46
一、生物变异的概念与类型	47
二、基因重组	47
三、基因突变	48
四、染色体变异	51
第三节 遗传变异与环境的关系	53
一、植物的遗传与变异	53
二、遗传变异与环境	54
小结	57
复习思考题	57
推荐读物	57
第四章 种质资源	58
第一节 种质资源的作用与类别	58

一、种质资源的作用	58
二、种质资源的类别及特点	60
第二节 作物起源中心学说及其发展	61
一、瓦维洛夫的起源中心学说	61
二、作物起源中心学说的发展与补充	63
三、Harlan的有关作物起源的观点	64
第三节 种质资源的研究与利用	64
一、发掘、收集、保存种质资源的紧迫性	64
二、种质资源的收集	66
三、种质资源的保存	67
四、种质资源的鉴定与评价	69
五、种质资源的创新	70
第四节 电子计算机在种质资源管理中的应用	70
一、国内外植物种质资源数据库概况	70
二、品种资源数据库的目标与功能	71
三、种质资源数据库的建立	72
小结	72
复习思考题	73
推荐读物	73
第五章 引种与驯化	74
第一节 引种的概念及重要性	74
一、引种的概念	74
二、引种的重要性	75
第二节 引种的理论基础	77
一、引种驯化的遗传学基础	77
二、引种的原理	78
三、生态学与引种	79
四、引种与生物安全性	80
第三节 引种的原则和方法	81
一、引种的原则	81
二、简单引种的方法	81
三、驯化引种的方法	82
四、影响引种效果的因素	83
五、植物光温反应特性与引种的关系	85
六、农业技术在引种中的作用	86
小结	87
复习思考题	87
推荐读物	87

第六章 选择和选择育种	88
第一节 选择的原理与作用	88
一、选择的概念	88
二、选择的基本原理	89
三、选择在品种改良中的作用	89
四、选择的依据与性状鉴定	90
第二节 选择的方法	92
一、选择的基本方法	92
二、衍生的其他方法	94
三、不同繁殖方式植物的选择法	95
四、株选方法	97
第三节 影响选择效果的因素	98
一、性状的遗传力与选择效果	98
二、选择的标准	101
三、选择的条件	102
四、选择与鉴定相结合	102
五、选择的数量与时期	103
六、选择的方法	103
第四节 选择育种的作用及原理	104
一、选择育种的作用	104
二、选择育种的原理	105
第五节 选择育种的程序和方法	106
一、原始材料圃	107
二、选种圃	107
三、品种比较预备试验圃	107
四、品种比较试验圃	108
五、区域试验和生产试验	108
六、品种审定与推广	108
第六节 缩短选种周期的措施	108
一、缩短选种周期的一般措施	108
二、有性繁殖植物采取的措施	110
三、无性繁殖植物采取的措施	110
小结	111
复习思考题	111
推荐读物	112
第七章 杂交育种	113
第一节 杂交育种的概念及重要性	113
一、杂交育种的概念和类别	113

二、杂交育种的重要性	114
第二节 杂交亲本的选择与选配	114
一、亲本的选择原则	115
二、亲本的选配原则	116
第三节 有性杂交方式与技术	118
一、有性杂交方式	118
二、有性杂交技术	120
第四节 有性杂交后代的培育与选择	123
一、杂种后代的培育	123
二、有性杂交后代的选择方法	124
第五节 回交育种	128
一、回交育种的意义及回交的遗传效应	128
二、回交育种的方法	129
三、回交育种的应用	135
小结	137
复习思考题	137
推荐读物	138
第八章 杂种优势育种	139
第一节 植物杂种优势育种简史与现状	139
一、植物杂种优势育种简史	139
二、植物杂种优势育种现状	140
第二节 植物杂种优势的特点	141
一、杂种优势的普遍性	141
二、杂种优势表现的复杂多样性	142
三、杂种优势的简单度量	142
四、 F_2 及以后世代杂种优势的衰退	143
第三节 杂种优势的遗传基础	144
一、有关作物杂种优势遗传成因的解释	144
二、对现有有关杂种优势遗传成因解释的评价	145
第四节 杂种品种的选育程序	146
一、利用杂种优势的基本条件	146
二、亲本选择	147
三、配合力及其测定	149
四、杂种品种的亲本选配原则	152
五、杂种类别	153
第五节 利用植物杂种优势的方法	154
一、人工去雄生产杂种	154
二、利用标志性状生产杂种	155