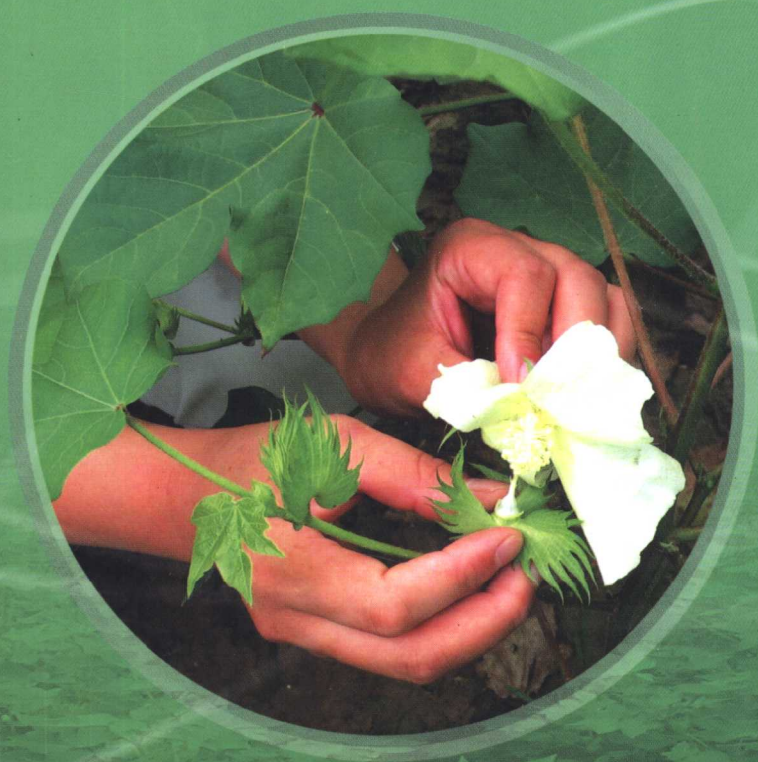


棉花种子学

董合忠 李维江 张晓洁 等 编著



科学出版社

www.sciencep.com

棉花种子学

Science and Technology of Cottonseed

董合忠 李维江 张晓洁 等 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是在总结国内外对棉花种子领域现有研究成果的基础上,结合作者的研究积累编著而成的。全书共分七章,首先介绍了棉花种子的形态结构、化学成分、发育过程等基本理论知识,然后依次介绍了棉花种子的品质指标与检验技术,种子发育过程的影响因素与种子繁殖生产技术,棉花种子脱绒包衣技术与干燥、贮藏和包装技术等。最后介绍了棉花种子萌发出苗的过程和不同类型棉花种子的大田播种保苗技术。全书在内容上按照理论知识与生产技术相结合进行编排,有较高的应用价值。

本书适于种子企业技术人员和种子经营业户以及棉区农业技术推广人员阅读参考,也可作为农业院校师生和科研院所科技人员的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

棉花种子学/董合忠,李维江,张晓洁等编著. —北京:科学出版社,2004
ISBN 7-03-012812-5

I. 棉… II. ①董…②李…③张… III. 棉花-种子-研究 IV. S562.032

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 005443 号

责任编辑:庞在堂 李久进 贾学文/责任校对:林青梅

排版制作:科学出版社编务公司/责任印制:安春生/封面设计:王 浩

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码 100717

<http://www.sciencep.com>

源海印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004年4月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2004年4月第一次印刷 印张:14 1/4 插页:4

印数:1—1 500 字数:313 000

定价:45.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换(新欣))

《棉花种子学》编著人员

董合忠 李维江 张晓洁 唐 薇

孟庆华 张冬梅 李振怀

前 言

棉花种子简称棉子,是由受精后的胚珠发育而成的。棉子既是棉花生产最基本的生产资料,也是许多国家植物油、蛋白、饲料和有机肥料的重要来源。棉花种子学就是要研究并阐明棉花种子的特征特性、生命活动规律、繁殖生产技术、贮藏加工技术和质量检验技术,一方面直接服务于农业生产,另一方面为棉子加工业提供技术指导。

棉花种子学是一门应用学科。它主要包括三个方面的内容:一是植物学内容,就是从植物学(植物生理学、遗传学)的角度阐明棉花种子的形态结构特点、化学成分变化、发生发育过程和种子休眠、萌发机理及其与环境条件的关系,这是种子学的基础理论和基本知识,是棉花种子生产繁殖和产业化开发的理论依据;二是农艺学内容,以植物学知识为依据,一方面研究探索种子质量检验技术,确保合格种子用于生产,另一方面,综合运用各种农业措施,提高棉花种子的产量和品质;三是工艺学内容,就是阐明种子加工、贮藏的机理与技术。根据其内容,棉花种子学的任务可以归纳为:根据种子的特征特性,综合运用各种手段对不同来源棉花种子的真实性、纯度、播种品质进行检验,以确定其优劣和等级,为农业生产提供合格的基本生产资料;根据种子的形态结构、理化性质和生命活动规律,确定其耐贮性与种子贮藏的合理措施,研究制定棉花种子脱绒包衣技术;根据种子的化学成分和其他品质指标,确定其营养价值与工艺品质,为棉子加工处理提供理论指导和技术保证;根据种子的生理特性及与生态环境的关系,制定科学、合理的种子生产繁殖技术;根据种子的播种品质和发芽出苗规律,制定有效的播种保苗技术。

棉花种子学是种子学的重要组成部分。尽管目前国内外有关种子学的书籍较多,但迄今为止,尚未见专门阐述或论述棉花种子学知识和技术的书籍。与水稻、小麦、玉米、大豆和花生等主要农作物相比,棉花种子有独特之处,决定了棉花种子学在研究内容和任务上的特殊性。这主要体现在:首先棉花植株最有经济价值的部分是纤维,不是棉子,但纤维是种子的表皮毛,这就决定了棉花种子发育与纤维发育之间千丝万缕的关系,因此,研究棉花种子发育往往与研究纤维发育结合进行;二是棉花为无限生长作物,其开花结铃期持续2~3个月,不同时间、不同部位、不同环境条件形成的种子品质差别较大,因此,棉花种子学的一个重要任务就是要研究种子产量、品质的建成规律,进而采取相应的农艺措施,缩小因时间和部位带来的差异,提高种子的产量与品质;三是大多数棉花种子轧花后,种子表面还被有一层短绒,它既容易吸潮,又可能带菌,还影响机械化播种,必须脱掉,因此围绕脱绒的加工工艺学也是棉花种子学的重要研究任务;四是棉花种子有厚厚的种皮,一方面决定了棉种的耐贮性较强,另一方面由于棉种休眠期较长、吸水较慢,幼苗对环境条件敏感,决定了棉种出苗、保苗较难,因此,研究棉种萌发出苗规律和播种保苗技术,同样是棉花种子学的重要任务。棉花种子学所包括的植物学、农艺学和工艺学三方面的内容,既相对独立,又相互联系,皆是棉花种子学的主体内容。

棉花种子学是一门后起学科,其产生和发展主要在20世纪,但其相关知识的积累在古代就已经开始了。我国在13世纪(元朝)农书中就开始有棉花栽培法的记载,其中涉及

了较多棉花种子学的知识。如提出棉花播种不宜过早或过晚,要播一二指深;可以用草木灰拌种,使种子粒粒分开,便于播种;用水浸种,除去浮在水面的种子,用下沉的种子作种。1313年王桢所著《农书》提出,初收的种子不饱满,近霜期的不可用,以中间收的棉子最好。1628年徐光启所著的《农政全书》有“精拣核、早下种……”的记载。1621年王象晋在《群芳谱》中提到了棉子的加工利用。这些都是关于棉种植物学、农艺学和工艺学内容的较早阐述,说明我国早在700年前就开始注意并积累有关棉花种子学的知识。

20世纪是种子科学迅猛发展的重要时期,也是棉花种子学发展最快的一个时期。经过各国科学家的共同努力,在棉花种子的植物学、农艺学和加工工艺学方面皆取得重大进展。在棉种生物学基础研究方面,1979年李正理所著的《棉花形态学》,1985年徐是雄、胡适宜编著的《棉花形态和解剖结构图谱》等都对棉花种子的形态结构和发生发育过程做了详尽的阐述,成为这一领域的经典之作。在棉花种子农艺学研究方面,围绕种子生产和保纯,相继建立了“三圃制”、“自交混杂”原种生产技术、良种繁育与保纯技术、杂交棉人工制种技术、抗虫棉抗虫纯度鉴定技术;围绕一播全苗,先后建立了营养钵育苗移栽、地膜覆盖等全苗壮苗技术,这些在《中国棉花栽培学》、《中国棉花遗传育种学》等著作中皆得到体现。在棉种检测方面,国际种子协会(ISTA)编撰了《国际种子检验规程(1996)》,我国也于1995年8月发布了GB/T3543.1~3543.7-1995《农作物种子检验规程》。在棉花加工技术方面,经历直接利用毛子、盐酸蒸气脱绒、硫酸脱绒、泡沫酸脱绒、计量式稀硫酸脱绒、过量式稀硫酸脱绒以及机械脱绒的发展,脱绒技术不断改进,种衣剂的效果越来越好,大大提高了棉花种子的加工品质。棉花种子科学的进步为我国棉花生产的持续发展起了重要的促进作用,也为我国棉种产业化提供了强有力的技术支撑。

本书是在总结归纳国内外现有研究成果的基础上,结合我们近年来在该领域的研究成果编著而成的。全书共分七章,第一章介绍了棉花种子的形态结构和所含的蛋白质、脂肪、氨基酸和棉酚等化学成分,对棉花种子休眠的原因及破除休眠的方法做了阐述,由董合忠、张冬梅执笔;第二章阐述了棉花种子发育形成的过程,发育过程中干物质、碳水化合物、蛋白质、脂肪、激素、酶活性等的消长变化,以及温度、水分和营养元素等对种子发育形成过程的影响,并对硬子、不孕子的特征、特性和成因做了介绍,由董合忠、李维江撰写;第三章介绍了棉花种子的品种品质、播种品质和营养品质指标以及各种品质指标相互间的关系,系统阐述了影响种子品质的主要因子,对种子品质与发芽出苗和棉花产量品质的相互关系做了系统总结,由董合忠、张晓洁撰写;第四章对棉花种子品质的检验内容、方法和技术做了详细介绍,并结合山东棉花研究中心和山东省鲁棉种业有限公司的研究实践,总结提出了具有较高实用价值的种子质量快速检测流程,由张晓洁、唐薇、董合忠撰写;第五章介绍了棉花原种、良种、杂交种的大田生产技术,对抗虫棉病虫害发生规律和防治技术以及棉花种子产业化的基本思路与措施做了简要介绍,由董合忠、李维江撰写;第六章总结回顾了我国棉种脱绒技术的发展历程,重点介绍了棉种泡沫酸脱绒包衣技术和过量式稀硫酸脱绒包衣技术,论述了包装材料、贮藏条件对棉种寿命的影响,在此基础上提出了棉种包装、贮藏的一般原则与技术,以及棉种防伪包装的方法与技术,由董合忠、孟庆华执笔。第七章详细介绍了棉种萌发成苗的过程及其物质代谢和影响因子,提出了不同类型棉花种子的大田播种保苗技术,由董合忠、李振怀撰写。最后,由董合忠、张晓洁统稿。每章后附参考文献,供进一步查阅和了解。

本书在编写过程中得到山东省农业科学院和山东棉花研究中心有关领导的关心和支持,得到山东省鲁棉种业有限公司、山东中棉棉业有限公司、夏津县种子总公司、山东金秋种业有限公司、济南泉城商保种业有限公司等种子企业的鼎力协助,得到农业部全国优质棉基地科技服务项目(2000-5)、科技部成果转化资金项目(02EFN216900710)和山东省自然科学基金(L2000D02)的资助。作者参考和引用了国内外众多学者的研究成果和资料,在此一并致谢。

编著《棉花种子学》是我们的一个尝试,受知识面和经验的限制,书中错误和不妥之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编著者

2003年12月

目 录

前言

第一章 棉花种子的形态结构与成分	1
第一节 棉花种子的用途	1
一、作为生产用种	1
二、作为副产品	2
第二节 棉花种子的形态	2
一、种子的类型	3
二、种子的形状	3
三、种皮的颜色	4
四、种子的大小	4
五、种子的比重	5
第三节 棉花种子的结构	6
一、种皮	6
二、种胚	8
第四节 棉花种子的化学成分	9
一、脂肪	10
二、蛋白质	12
三、氨基酸	13
四、棉酚	14
第五节 棉花种子的休眠	15
一、棉花种子休眠的原因	16
二、破除种子休眠的方法	17
第六节 棉花种子性状遗传	17
一、无絮棉子的遗传	17
二、光子棉的遗传	17
三、短绒棉的遗传	18
四、有色纤维性状的遗传	18
五、营养成分的遗传	19
参考文献	20
第二章 棉花种子的发育	22
第一节 棉花种子发育形成的过程	22
一、种皮的发育	22
二、种胚的发育	23
三、种子发育过程中的化学成分变化	25

四、不孕子的形成	26
五、硬子的形成	27
第二节 种子发育过程中的物质代谢	28
一、种子体积和干物重的变化	29
二、营养成分的变化	33
第三节 影响棉花种子发育的主要因素	37
一、温度	37
二、土壤水分	38
三、微量元素	40
四、棉株长势	41
参考文献	43
第三章 棉花种子品质与影响因素	45
第一节 棉花种子品质指标	45
一、品种品质	45
二、播种品质	46
三、营养品质	48
四、种子品质指标间的关系	49
第二节 种子品质建成的影响因素	51
一、温度的影响	52
二、水分的影响	53
三、矿质营养的影响	53
四、结铃期的影响	57
五、生态区的影响	60
六、棉铃着生部位的影响	61
七、病虫害的影响	62
第三节 种子品质与发芽出苗的关系	62
一、种子物理性状与发芽出苗	62
二、种子活力与发芽出苗和幼苗长势	63
三、种子营养成分与发芽率的关系	64
第四节 种子品质与棉花产量品质的关系	64
一、有直接关系的研究报道	64
二、没有直接关系的报道	66
三、综合评述	66
参考文献	67
第四章 棉花种子品质检验	69
第一节 种子扦样和检验内容	69
一、扦样	69
二、种子检验的内容和程序	71
第二节 毛子播种品质检验	72

一、净度检测	72
二、成熟度检测	74
三、发芽率和发芽势检测	76
四、水分测定	79
五、抗虫纯度检验	80
六、病虫害检验	80
第三节 脱绒及包衣种子检验	81
一、脱绒前短绒率的检测	81
二、残酸率的检测	81
三、发芽率的检测	82
四、种子破损率的检验	83
五、残绒率的检测	83
六、脱绒包衣种子标准	83
第四节 棉花种子活力检测	84
一、直接测定法	84
二、间接测定法	87
第五节 种子营养品质检测	89
一、种子粗脂肪的测定(乙醚浸提法)	89
二、种子粗蛋白质的测定(H_2SO_4 - K_2SO_4 - $CuSO_4$ 消煮法)	90
三、棉子可溶性糖的测定(乙醇浸提,蒽酮法比色)	91
四、游离棉酚的测定	93
五、紫外分光光度法测游离棉酚	94
第六节 种子质量快速检验	95
一、查看种子生产及加工档案	95
二、装卸时扦样	96
三、直观查看	96
四、检测健子率	96
五、快速检测种子发芽率	97
六、测定种子比重	97
七、干燥处理后检测发芽率	97
八、快速测定棉种水分	97
参考文献	100
第五章 棉花种子生产与产业化	101
第一节 棉花良种繁育技术	101
一、基础条件	101
二、苗期管理	102
三、蕾期管理	102
四、花铃期管理	103
五、吐絮期管理	105

第二节 棉花原种繁殖生产技术	106
一、原种的标准	106
二、原种种性的退化	107
三、原种种性的保持	107
四、原种生产方法	108
第三节 棉花杂交制种技术	111
一、棉花的花器构造与开花习性	112
二、生态条件与结铃期对制种的影响	117
三、全人工杂交制种技术	122
四、利用不育系制种	127
第四节 抗虫棉病虫害防治技术	128
一、抗虫棉病害发生特点	128
二、抗虫棉主要病害防治技术	130
三、抗虫棉的抗虫特性和虫害发生规律	131
四、虫害防治技术	133
第五节 棉花种子产业化	135
一、棉花种子产业化的意义和必要性	135
二、我国棉种产业化的现状与问题	136
三、棉种产业化发展的思路	138
四、促进我国棉种产业化的措施	140
参考文献	141
第六章 棉花种子的加工与贮藏	142
第一节 棉花种子脱绒包衣	142
一、棉种脱绒包衣的意义	142
二、棉种脱绒技术的发展	143
三、棉子泡沫酸脱绒技术	145
四、过量式稀硫酸脱绒包衣技术	149
五、机械脱绒技术	152
六、种衣剂及种子包衣技术	153
七、种子丸粒化技术	158
第二节 棉花种子的干燥	160
一、种子干燥的原理	161
二、棉种干燥技术	161
第三节 棉花种子的包装	163
一、包装材料及性能	163
二、包装材料对种子活力的影响	164
三、种子的包装技术	167
四、棉种包装应注意的事项	168
五、棉种防伪包装技术	168

第四节 棉花种子的寿命与贮藏	173
一、贮藏期间种子的代谢和寿命	173
二、棉花种子的贮藏技术	174
第五节 脱绒包衣棉花种子的贮藏实践	180
一、小批量种子试验	181
二、大批量实践	182
参考文献	182
第七章 棉花种子萌发与播种保苗	184
第一节 棉花种子萌发成苗过程	184
一、吸胀阶段	184
二、萌动阶段	185
三、发芽阶段	186
第二节 种子萌发过程中的物质代谢	186
一、脂肪代谢	186
二、蛋白质代谢	187
三、糖类代谢	188
四、棉酚的代谢	189
第三节 棉花种子萌发成苗的影响因素	189
一、环境条件的影响	190
二、种子处理的影响	192
三、脂肪酸组分与耐低温	195
第四节 棉花播种保苗技术	197
一、露地直播棉花的播种保苗	197
二、地膜覆盖棉花的播种保苗	202
三、营养钵育苗移栽棉花的播种保苗	204
四、盐碱地棉花播种与保苗	205
五、旱地棉花播种保苗	207
六、脱绒包衣棉种的播种保苗	208
参考文献	210

图版

第一章 棉花种子的形态结构与成分

棉花的种子俗称棉子(cottonseed),由棉铃内受精后的胚珠发育而成。二倍体栽培种的棉铃一般有3~4个室,21~28粒种子;四倍体栽培种多为4~5个室,28~35粒种子。棉花的一生从种子萌发出苗开始,到种子发育成熟结束,因此棉子既是棉花生产的基本生产资料,又是棉花生产的主要副产品,而且在种子繁育和生产时还作为主要收获对象对待。了解棉花种子的形态、结构与所含成分对生产繁殖与加工利用均具有重要意义。

第一节 棉花种子的用途

棉花是世界性的重要纤维类作物。棉花生产过程中通常把纤维作为主要收获对象,把棉子作为副产品。但是,棉子的用途十分广泛,它既是棉花生产的基本生产资料,也是许多国家植物油和植物蛋白的重要来源。通常棉子产量占子棉产量的2/3左右,全球棉子的年产量可达380万~400万t。

一、作为生产用种

棉子是棉花作物所有遗传信息的携带者,作为生产用种(planting seed)是棉子最主要的用途之一。当棉子作为播种材料(种子)时,通常以播种品质指标来反映种子的质量,侧重于种子的生活力和发芽出苗的能力;当作为工业原料,特别是作为提取食用油和蛋白质的原料时,通常以营养品质来反映棉子的质量,侧重于脂肪、蛋白质等营养成分的含量。

表 1-1 世界主要产棉国的播种量^[1]

产棉国	播种量/(kg/hm ²)
阿根廷	20
澳大利亚	15~18
巴西	18~20
中国	60
埃及	100
印度	15~20
巴基斯坦	18~20
塞内加尔	18
叙利亚	110
多哥兰	25
土耳其	50
美国	12~15
乌兹别克斯坦	60~70
津巴布韦	20

世界上每年生产的棉子大约只有 2% ~ 3% 用作种子。棉花生产中单位面积的播种量(seeding rate)因种子大小、发芽率高低、土壤类型、播种方法和种植习惯的不同而有很大的差异。世界各主要产棉国之间单位面积的播种量也有很大差别(表 1-1)。

二、作为副产品

棉花植株除皮棉以外的其他产物通称棉副产品。据资料分析^[2],每生产 100kg 皮棉,以棉子为主的棉副产品的利用效益十分可观(表 1-2)。棉子经加工后可以得到棉短绒、棉子壳、棉子仁。棉子仁再加工可以得到棉饼或棉仁粉、毛棉油,毛棉油精炼可得到食用油和棉油皂脚等。棉饼或棉仁粉再经去毒深加工,可制取棉酚、食用棉仁粉及各种高蛋白制品等。一般每吨棉子可产 155kg 左右的棉子油,425kg 左右的棉仁粉,285kg 左右的棉子壳和 115kg 左右的棉短绒。我国目前有棉田面积 500 万 hm² 余,每年可产棉子 1000 万 t,棉短绒 120 万 t,棉子壳 210 万 t,棉子油 160 万 t,棉子饼 500 万 t,棉秆 950 万 t。种类和数量如此众多的棉副产品,如能对它们进行有效的开发利用,对提高棉花生产的综合效益具有重要意义。

表 1-2 100kg 皮棉产量对应的棉副产品的产量

产品类型	产量/kg	综合利用效益
棉短绒	14	生产人造纤维 8.5kg 或无纺布 60m
棉子油	26	相当于 180kg 大豆的产油量
脱毒棉仁粉	64	蛋白质含量相当于 300kg 小麦
棉子壳	60	可培养鲜平菇或鲜猴头 60kg
棉秆	400 ~ 500	剥棉秆皮纤维 10kg 或加工刨花板、纤维板 0.16m ²
棉根皮	10	可制棉根浸提膏 1200 片
棉花蜜	10	棉田养蜂可产棉花蜂蜜 10kg
棉酚	0.9	可制咳宁片 3 万多片

第二节 棉花种子的形态

田间收获的子棉轧去纤维后得到的棉子自外向内由短绒、种皮(棉子壳)和种胚(棉仁)三部分组成。这三部分所占的份额因种和品种而异,并受环境条件的影响(表 1-3)^[3]。

表 1-3 不同栽培种棉子的组成

栽培种	短纤维/%	棉子壳/%	棉仁/%	子指/g
陆地棉	6 ~ 17	34 ~ 40	48 ~ 53	8 ~ 14
海岛棉	0 ~ 2	34 ~ 41	55 ~ 65	9 ~ 12
中 棉	2 ~ 11	45 ~ 48	50 ~ 52	4 ~ 8
草 棉	2 ~ 8	40 ~ 45	48 ~ 52	6 ~ 9

一、种子的类型

根据种皮上短绒(俗称绒毛, fuzz)的有无和着生部分,棉子可以分为毛子、光子和端毛子。

田间收获的子棉轧去纤维后获得的棉子,其表面大多覆盖一层短绒,这种带有短绒的棉子称为毛子(fuzzy seed)。仅在珠柄顶端和合点端的一端或两端有短绒的棉子称端毛子(tufted seed)。种皮上没有短绒的棉子称光子(naked seed)。

短绒在种皮上着生的情况和颜色因种和品种而异。陆地棉(*Gossypium hirsutum*)和亚洲棉(*G. arboreum*)的棉子多为毛子,着生的短绒以白色及灰白色居多,陆地棉少数品种为光子,亚洲棉少数品种为端毛子。海岛棉(*G. barbadense*)的棉子多为光子或端毛子,短绒(端毛)颜色多为绿色或褐色。无论是毛子还是端毛子通过机械或化学处理都可以脱掉短绒成为光子。

二、种子的形状

正常成熟的棉花种子一般呈不规则梨形^[4],也有的种子呈圆锥形、卵圆形^[5,6]。但在棉花种子发育过程中,常因结铃时间、结铃部位、病虫害以及不良环境条件及遗传性的影响,使棉花种子生长发育不充分或呈畸形生长,而形成瘪子、嫩子、多毛大白子、稀毛子、光子和绿子等多种异型子。异型子对棉花生长发育有一定的影响,其中瘪子、嫩子不能顺利出苗成苗,而光子、绿子和多毛大白子虽然出苗较快,但长成植株的经济性状差,产量一般比正常子低(表 1-4)^[5]。而且,异型子均发生不同程度的变异,使品种退化。所以,在播种之前应通过粒选,将这些不正常的种子剔除。

正常的种子钝圆的一端,在形态学上称为合点端。相对较狭窄的一端,称为珠孔端。珠孔端有一棘状突起,称子柄,这是珠柄的遗迹。子柄旁边有一小孔,称发芽孔,是珠孔的遗迹。棉花种子成熟、干燥后,发芽孔往往是封闭的。所以棉花种子浸种、催芽时,只有少部分水分由此孔进入,不是种子吸水的主渠道。但种子萌发时,胚根由此孔穿出,发芽孔的称谓由此而得^[7,8]。

表 1-4 异常棉子对棉花产量和品质的影响

棉子类型	出苗期 (日-月)	现蕾期 (日-月)	开花期 (日-月)	吐絮期 (日-月)	绒长/mm	衣分/%	铃重/g	不孕子/%	铃数 /(个/株)
正常子	15-5	16-6	15-7	31-8	29.66	39.0	5.22	9.09	8.6
多毛大白子	16-5	19-6	15-7	31-8	31.52	34.5	5.51	10.29	8.0
稀毛子	14-5	16-6	14-7	26-8	26.61	37.5	4.83	13.90	11.5
深稀毛子	14-5	14-6	15-7	27-8	26.61	37.5	4.83	13.90	11.5
绿子	14-5	16-6	15-7	30-8	26.97	35.0	4.76	17.53	10.6
深绿子	15-5	16-6	14-7	26-8	26.97	35.0	4.76	17.53	10.6
稀毛绿子	14-5	16-6	14-7	29-8	25.79	36.3	4.43	9.56	11.7
深稀毛绿子	14-5	11-6	14-7	28-8	25.79	36.3	4.43	9.56	11.7
自然光子	14-5	15-6	13-7	25-8	23.44	29.5	3.57	17.82	13.6

种子的一面有一道细缝,称为种脊。种脊连贯于子柄与合点之间,是珠柄弯曲后与外珠被愈合而成。种皮内的维管束系统外显脉纹(图 1-1)^[9]。

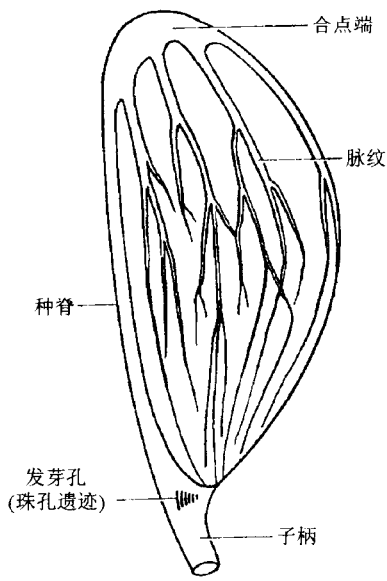


图 1-1 棉子形状和种皮脉纹

三、种皮的颜色

棉花种子的种皮也称种壳,成熟种子的种皮多为黑色或棕褐色,质硬;未成熟棉子种皮呈红棕色、黄色乃至白色,壳软。因此,通常可以根据种皮的颜色来判断棉花种子的成熟度。

四、种子的大小

种子的大小可用质量或体积来表示。前者有单粒重、千粒重以及子指(seed index)等,后者有种子长宽乘积和单粒种子的体积(cm^3)。一般单粒棉花种子重 85mg,长乘宽为 $10\text{mm} \times 6\text{mm}$ 。棉花生产上多用子指来表示种子的大小,子指是 100 粒种子的质量(g)。子指大小因种、品种以及成熟度而异。陆地棉成熟种子的子指一般为 9 ~ 12 g,每千克 8000 ~ 12 000 粒;海岛棉的子指较大,多为 11 ~ 12 g,每千克 8000 ~ 10 000 粒;亚洲棉的子指较小,一般为 5 ~ 8 g,每千克 12 000 ~ 20 000 粒;草棉的子指更小(表 1-5)^[10]。

表 1-5 棉属不同种的种子特征

棉种	子指/g	种壳/%	种仁/%	含油量/%	含氮量/%	粗蛋白/%
海岛棉	12.4	39.6	62.1	24.0	4.1	25.4
陆地棉	11.0	40.9	53.3	23.3	4.3	26.7

续表

棉种	子指/g	种壳/%	种仁/%	含油量/%	含氮量/%	粗蛋白/%
中 棉	9.8	46.7	43.8	17.5	2.8	17.6
草 棉	7.8	48.6	42.7	21.3	3.1	19.1
异常棉	2.8	68.9	33.4	15.4	2.9	18.2
澳洲野生棉	1.2	58.3	41.7	27.9	3.0	18.9
瑟伯氏棉	2.1	53.3	38.9	16.5	2.9	18.4
索马里棉	1.6	68.8	31.3	14.3	3.2	20.1
平 均	6.5	52.0	44.4	20.0	3.3	18.8

五、种子的比重

种子的比重(density)是指单位体积种子的质量,是种子成熟度最有效的指标之一。比重大的种子,种仁重,营养物质多,同等子指下成苗率相对提高,苗壮。成熟饱满种子的比重略大于1,未成熟和不饱满种子的比重小于1。根据不同成熟度种子比重的差异,可以利用水选法将脱短绒后的光子精选,也可以根据有关机械的性能进行精选。

据 Gadallah^[11]研究,种子比重是一个综合指标,它与子指、成熟度、种子生活力、出苗率等有密切的关系,通过测定种子比重,可以对种子的质量有一个基本的判断。特别是在用于反映种子成熟度时,它是最为可靠的一个指标。比重大的种子,成熟度好,种皮和细胞的完整性好,渗出物少,电导率低(表 1-6,表 1-7)。

表 1-6 不同比重的种子水浸过程中渗出的离子量(mg/100 粒)

比重	浸水时间/h								
	1			3			6		
	Na	K	无机 P	Na	K	无机 P	Na	K	无机 P
Giza80									
低	6.89	20.25	0.36	8.04	23.79	1.06	10.34	27.73	6.63
中	5.47	16.92	0.28	7.08	19.51	0.67	9.50	23.50	3.51
高	5.36	14.10	0.25	6.66	18.92	0.49	8.20	22.56	2.28
Giza83									
低	8.42	16.21	0.51	10.72	10.72	2.80	14.76	26.20	5.58
中	7.27	15.04	0.28	9.19	9.19	0.78	11.50	24.67	2.37
高	6.70	11.51	0.06	8.40	8.40	0.32	10.72	22.91	1.38
Giza85									
低	6.89	18.33	0.45	13.02	13.02	0.93	19.20	26.32	5.44
中	5.75	16.80	0.43	8.43	8.43	0.88	12.26	23.80	3.44
高	5.36	14.80	0.38	7.47	7.47	0.65	10.10	21.86	2.64