

郑泽荣 倪晋山 王天铎 编著
丁 静 沈镇德 许德威



棉花生理

科学出版社

54-6

棉 花 生 理

郑泽荣 倪晋山 王天铎 编著
丁 静 沈镇德 许德威

内 容 简 介

本书是在总结群众经验的基础上,结合国内的科研成果,并参考国外一些有用的科学实验资料,编写了《棉花生理》。

全书共分八章,内容偏重于棉花的一些基本理论和基础知识。第一章至第四章,主要论述棉花的生长发育、光能利用、矿质营养和水分生理的基础知识;第五章,主要论述棉株体内有机养料运输分配的基本规律;第六章,主要论述棉花蕾铃脱落的生理机理;第七章,主要论述棉花内源激素的基础知识;第八章,主要论述生理过程的数学模拟。

本书可供农学院、大专院校生物系师生,农业科技人员等参考。

棉 花 生 理

郑泽荣 倪晋山 王天铎 编著
丁 静 沈镇德 许德威

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

石家庄地区印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1980 年 6 月第 一 版 开本: 787×1092 1/32

1981 年 8 月第二次印刷 印张: 11 1/8

印数: 7,321—12,726 字数: 253,000

统一书号: 13031·1242

本社书号: 1727·13—10

定价: 1.40 元

前 言

棉花生产同粮食生产一样，在国民经济中占有重要的地位。棉花不仅是纺织工业的主要原料，也是化学工业和国防工业的重要原料。棉籽榨出的油，既可食用，又可制润滑油；榨油后的棉仁饼，既是家畜的精饲料，又是很好的有机肥。因此，发展棉花生产，增加棉花产量，对于社会主义革命和社会主义建设，以及提高人民的生活水平，有着十分重要的意义。

棉花生理学是研究棉花生命活动规律及机理的应用基础科学。根据棉花生理上所阐明的规律来控制棉花的生命活动，有助于提高产量和改进品质。与其他自然科学一样，棉花生理学的形成和发展是由棉花生产所决定的，成为棉花栽培的理论基础之一。解放以来，我国棉花生产获得了迅速的发展，单产不断增加，高产典型不断涌现，丰产经验不断丰富，标志着我国棉花栽培技术和理论水平有了很大的提高。

为了适应棉花生产的发展，满足知识青年和农业科技人员的需要，我们在总结群众经验的基础上，结合国内的科研成果，并参考国外一些有用的科学实验资料，编写了这本《棉花生理》。全书共分八章，内容偏重于棉花的一些基本理论和基础知识。第一章至第四章，主要论述棉花的生长发育、光能利用、矿质营养和水分生理的基础知识；第五章，主要论述棉株体内有机养料运输分配的基本规律；第六章，主要论述棉花蕾铃脱落的生理机理；第七章，主要论述棉花内源激素的基础知识；第八章，主要论述棉花生理过程的数学模拟。

参加本书编写的是上海植物生理研究所激素生理室和光

合作用生理室的有关从事棉花生理研究工作的同志。其具体执笔人员如下：郑泽荣(第一章)；倪晋山(第三、七章)；王天铎(第二、八章)；丁静(第四章)；沈镇德(第六章)；许德威(第五章)。在编写过程中，得到许多单位的大力支持，为我们介绍情况，提供资料；初稿完成后，曾印发南北棉区 13 个省市 22 个单位征求意见，并邀请河南、湖北、浙江、江苏、四川、上海等省市生产、科研、院校有关专家、教授、劳动模范、植棉能手参加审稿，对提高书稿质量起了很好的作用，在此表示诚恳的谢意。

应当指出，我国棉花的生产经验和科学实验成果是极其丰富的，由于我们编写时间仓促，学习和总结不够，且理论水平有限，本书编写内容定有不少疏漏和不妥之处，希望同志们批评指正，以利修改提高。

郑泽荣 倪晋山 王天铎

丁 静 沈镇德 许德威

1978 · 8

目 录

前 言.....	iii
第一章 棉花的生长发育.....	1
第一节 棉籽的萌发生理	1
第二节 棉花的营养生长	21
第三节 棉花的生殖生长	32
第四节 棉花的营养生长与生殖生长关系	54
第二章 棉花的光能利用.....	68
第一节 光能利用与棉花产量形成的关系	68
第二节 光合作用的生化过程	70
第三节 影响光合作用的内外因素	73
第四节 棉花群体的光能利用	85
第五节 提高棉花光能利用效率的途径	93
第三章 棉花的矿质营养.....	100
第一节 矿质元素的生理作用	101
第二节 棉花的矿质元素缺乏症	107
第三节 矿质元素的吸收、运输、分配和再利用	110
第四节 土壤条件和根系吸收	117
第五节 棉花施肥的生理学原理	120
第四章 棉花的水分生理.....	127
第一节 水分的吸收	129
第二节 水分的散失——蒸腾作用	137
第三节 水分的运输	151
第四节 土壤干旱和过湿的危害	154
第五节 棉田的灌溉和排水	166
第六节 棉花的抗盐性	180

第五章 棉花的有机养料运输分配	190
第一节 有机养料运输的途径	190
第二节 有机养料运输分配的生物学规律	193
第三节 棉株器官间有机养料的竞争	203
第四节 影响有机养料运输分配的因素	211
第五节 有机养料运输的机理	222
第六章 棉花的蕾铃脱落	230
第一节 蕾铃脱落的生物学规律	230
第二节 影响蕾铃脱落的环境因素	234
第三节 蕾铃脱落的机理	244
第七章 植物激素及其在棉花上的应用	288
第一节 植物激素和生长调节物的种类	288
第二节 植物激素的生理作用	296
第三节 环境与植物激素	305
第四节 棉花的激素生理	309
第五节 植物激素、生长调节物在棉花栽培上的应用	315
第八章 棉花生理过程的数学模拟	322
第一节 生理研究和农业生产	322
第二节 数学模拟的作用	327
第三节 一些基本的数量关系	328
第四节 群体生理活动的综合计算	344

第一章 棉花的生长发育

棉花原产热带、亚热带，是一种多年生植物，经过长期的人工选择和培育，演变成为现在栽培的一年生作物。在长期人工培育的过程中，充分发展了棉花早熟、丰产、优质的一些新特性，但还保留了原有的喜温好光、根深叶茂、再生能力强、能无限生长等一些旧习性。因此，深入地了解棉花生长发育的规律，及其与外界环境条件的关系，对争取棉花高产稳产有着重要意义。

棉花的一生有它发生、发展和衰亡的过程，按其生育周期，从种子萌发到种子形成，可分为苗期、蕾期、开花结铃、吐絮成熟四个时期。棉花各生育期所需时间长短不一，随品种特性、环境条件及栽培方法而有不同。一般来讲，岱字棉系统的品种，从播种到收花完毕的整个生育过程约需 210 天左右，其中播种到出苗约需 7—14 天，出苗到现蕾 45 天左右，现蕾到开花 25 天左右，开花到吐絮 50 天左右，吐絮到拔秆 75 天左右。每个生育阶段都有各自的生长中心和一定的生育特点。在现蕾前主要是扩大营养体为主，即扎根、长茎、生叶，是以营养生长为主的阶段；现蕾以后，进入营养器官和蕾、花、铃等生殖器官生长并进阶段；结铃吐絮后，营养器官生长渐次衰退，进入生殖器官生长为主的阶段。

第一节 棉籽的萌发生理

一、棉籽的形态结构

棉籽的形状多为圆锥形或卵圆形，基部较钝，顶端较尖，

种皮棕黑色,表面有脉纹,种子的一面有一道细缝线,叫做子脊。棉籽较钝的一端有一个合点,此处的内种皮仅有内色素层,无栅状细胞层;较尖的一端有一个珠孔,此处栅状细胞层未完全闭合。棉籽的合点(主要)和珠孔(次要)是萌发时吸水 and 气体交换的主要地方。

从解剖构造上看,成熟的棉籽可分为种皮、胚乳遗迹及胚三个部分(图 1.1)。除去短绒后,最外面为种皮,种皮内有一层胚乳遗迹,最内面为胚。种皮分为外种皮和内种皮。外种皮又分为表皮、外色素层和无色细胞层三部分。内种皮又分为栅状细胞层和内色素层两部分。栅状细胞层木栓化,细胞排列整齐而紧密,种子成熟时,其厚度约占全部种皮的 50% 以上。

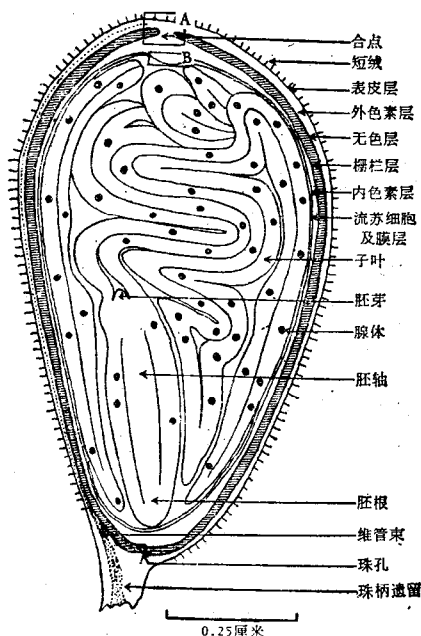


图 1.1 棉籽纵切面示意图

在种皮内,还有一层紧包在幼胚外的乳白色薄膜,称为胚乳遗迹,它在种子发育初期是营养幼胚的组织,在种子成熟的过程中逐渐退化为一薄膜。

棉花的胚是由子叶、胚芽、胚根、胚茎四个部分组成。子叶通常为两个肾形的乳白色薄片,在种皮内折迭成“S”形或“W”形,体积占胚的绝大部分,是种子中贮藏养分的主要器官。胚芽位于子叶着生处的上端,将来发育成主茎(上胚轴)。胚根位于种子的尖端,将来发育成主根。胚茎位于子叶着生处与胚根之间,将来发育成子叶下面的一段主茎(下胚轴)。

二、萌发的内外条件

棉籽要萌发,必须具备内在和外在条件。内在条件,就是种子本身要充分成熟,有健强的生活力,不成熟的种子以及因病虫为害,贮藏不善或贮藏时间过久而生活力衰退的种子,不容易萌发,甚至不能萌发。外在条件,主要是适宜的温度、足够的水分和空气三个因素,三者不可缺一。

(一) 水分

充分干燥的棉籽,含水量下降到12%以下,细胞内原生质呈凝胶状态,一切生理活动都很微弱,种子处于休眠状态。种子中所贮藏的油脂、糖类、蛋白质等营养物质也都呈不溶状态,不能供胚直接利用。种子吸水膨胀,首先使凝胶状态的原生质转变为溶胶状态,活性大大加强。其次,随着种子吸水量的增加,细胞内的酶也积极开始活动。在酶的作用下,种子内贮藏物质很快从不溶状态变为可溶状态,供胚芽、胚根和胚茎等吸收利用。同时,种子吸水膨胀后,种皮软化破裂,有利于胚根突破种皮,有利于种子内外的气体交流。因此,棉籽萌发,必须保证足够的水分,这是棉籽萌发最基本的条件。

表 1.1 不同品种棉籽萌发时的吸水量(单位: 粒)

项 目 棉 种	种子风干重 (克)	种子绝对干重 (克)	吸水萌发时 的湿重(克)	种子萌发时 的吸水量(克)	种子总含水 量(克)	萌发时的吸 水量为种子 风干重的%	萌发时的总含 水量为种子绝 对干重的%
陆地棉(陕棉一号)	0.1368	0.1244	0.2213	0.0845	0.0969	61.53	77.89
海岛棉(跃进一号)	0.1269	0.1152	0.2069	0.0800	0.0917	63.36	79.60

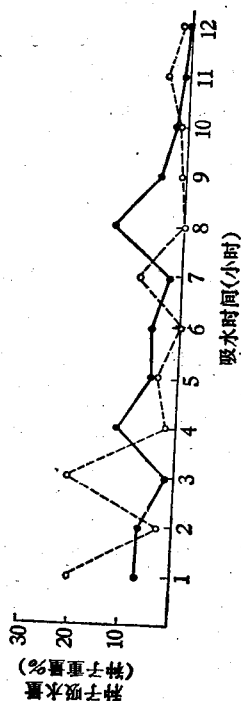


图 1.2 不同品种棉籽吸水速度的变动情况(水温 25~27°C)

●——● 陆地棉; ○——○ 海岛棉

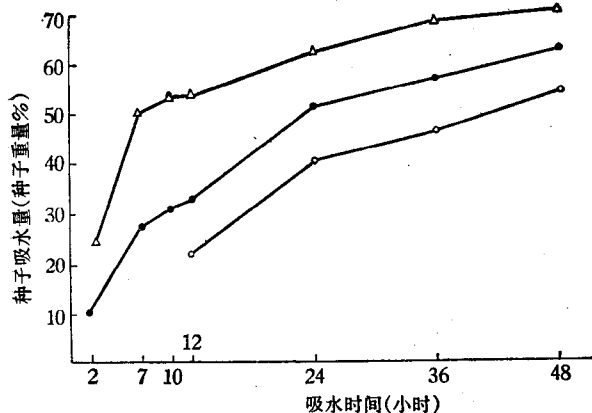


图 1.3 陆地棉(陕棉一号)棉籽在不同水温下的吸水速度

○——○ 5—7°C; ●——● 13—15°C; △——△ 23—26°C。

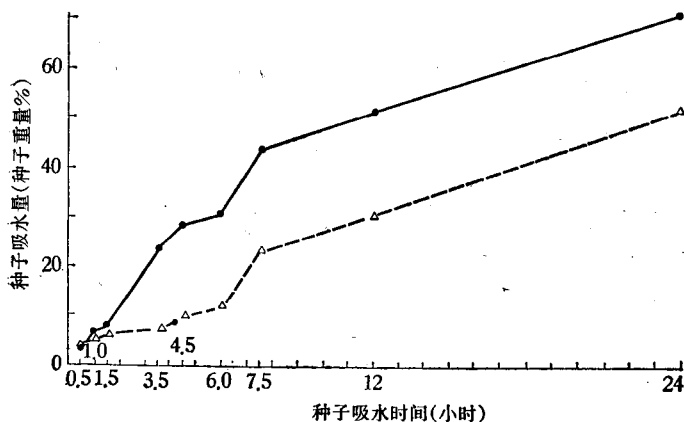


图 1.4 脱绒与不脱绒棉籽的吸水速度

* 浸种温度为 13—14°C

●——● 脱绒的光籽; △——△ 不脱绒的毛籽。

关于棉籽萌发的需水规律,王远等^[2]的研究结果表明:棉籽萌发所需的水量,陆地棉(陕棉一号)为种子风干重的61.53%,为种子绝对干重的77.89%;海岛棉(跃进一号)为种子风干重的63.36%,为种子绝对干重的79.60%(表1.1)。

棉籽表面的各部分都具有吸水能力,但以合点和珠孔为吸水的主要孔道。棉籽吸水一般具有三个高峰时期:第一个高峰为干种子刚浸入水后;第二个高峰为种皮软化后合点帽缝张开时;第三个高峰为临近萌发时(图1.2)。一般当棉籽吸水达到萌发的需水量后,吸水速度就开始减慢。棉籽的吸水速度,因水温的高低而快慢不同,水温较高,吸水较快,水温较低,吸水较慢(图1.3)。此外,短绒有无快慢也不同,光籽吸水较快,毛籽吸水较慢(图1.4)。棉籽表面短绒上的蜡质本来有保护作用,但透水性差,对棉籽吸水有一定的阻碍。为了保证棉籽萌发生长对水分的需要,在生产上必须因地因时制宜,采取轧除短绒播前浸种或硫酸脱绒等方法,加速棉籽吸水萌发,对争取棉苗早发有着重要意义。

(二) 温度

棉籽萌发时,内部要进行一系列物质和能量转化等生物化学反应。这些反应都需要各种酶作为催化剂。酶的活动受温度的影响很大。温度适宜,酶活性高,种子内贮藏的物质分解快,种子萌发也快。所以棉籽萌发还必需具备一定的温度条件。

1. 恒温

据华东农研所经作系栽培组研究^[7],在恒温的条件下,不同品种的棉籽萌发所需的最低临界温度为10.5—12.0℃,最高临界温度为40—45℃。温度在临界范围之内,温度愈高,

萌发愈快。温度在临界范围之外,即使其他条件具备,棉籽也不能萌发。如岱字棉 15 号品种,在 12℃ 时经 11 天开始萌发,13℃ 时经 7 天开始萌发,16℃ 时经 5 天开始萌发,22—30℃ 时经 2 天开始萌发,如温度再提高到 35—40℃ 时,只经 8 小时就开始萌发。但在这种高温条件下发芽,由于呼吸过旺,胚内代谢产物一时难以排除,容易对胚细胞发生毒害,阻碍胚的正常生长,甚至引起死亡,使发芽率降低。一般认为棉籽萌发的最适温度为 28—30℃。棉籽在最适温度条件下萌发,萌发速度快,萌发率也高。棉花品种特性不同,棉籽所需的温度条件也不一样,早熟品种萌发所需的最低临界温度比晚熟品种要低些。在同样的温度条件下,早熟品种棉籽比晚熟品种萌发要快些(表 1.2)。

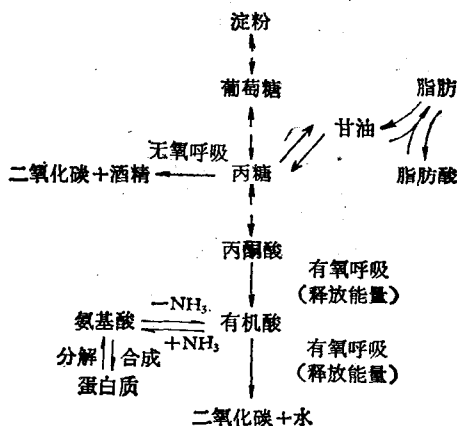
表 1.2 不同棉种及品种类型的发芽最低临界温度

项目 \ 棉种	陆 地 棉			中棉	海岛棉
	岱字棉 15	长绒 1 号	赛苦达什 06	黄蒂大都	长绒 3 号
发芽最低临界温度(℃)	12	12	10.5	10.5	11
10.5℃ 定温下开始发芽所需天数	不能发芽	不能发芽	15	15	不能发芽
11℃ 定温下开始发芽所需天数	不能发芽	不能发芽			20
12℃ 定温下开始发芽所需天数	11	13	8	8	12
13℃ 定温下开始发芽所需天数	7	13	6	5	7

2. 变温

在自然条件下,昼夜温度是经常变动的,不存在恒温。在昼夜平均温度相同的条件下,变温比恒温更有利于萌发。如岱字棉 15 号种子,在 11°C 恒温的条件下不能萌发,但在变温的条件下,虽然平均温度只有 10.64°C ,只要一天中有 6 小时以上的适宜温度,就可以顺利萌发,而且在一定范围内,变温的幅度愈大,萌发愈快。

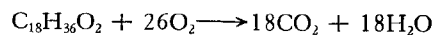
棉籽出苗对温度的要求一般比萌发为高。当温度在 12°C 以上才能出苗。 15°C 时出苗约 15 天, 20°C 时约需 7—10 天, 30°C 时仅需 3—5 天。因此,生产上除应根据棉籽萌发所需的温度来确定适宜的播种期外,还需要采取有效的栽培管理措施,积极提高地温,使种子迅速出苗生长。棉籽发芽时至少需有 $12-14^{\circ}\text{C}$, 胚根维管束才开始分化; $16-18^{\circ}\text{C}$ 幼茎内才开始形成维管束。为了一次播种一次全苗。棉花开始播种的临界温度,一般 5 厘米深地温以 14°C 为宜。



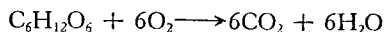
(三) 氧气

一切生理活动都需要能量供应, 能量来源于呼吸作用。因此, 当棉籽得到适宜的温度和充分的水分供应以后, 还必须要有充足的氧气才能萌发。种子得到氧气, 可把细胞内贮藏的物质逐步分解氧化。反应过程简化如上。

棉籽的主要贮藏物质是脂肪和蛋白质(表 1.3)^[24], 它们较淀粉和糖所含的碳、氢多得多。因此, 在呼吸作用的氧化分解过程中需要的氧气就较多。例如:



(硬脂酸)



(葡萄糖)

表 1.3 不同种类植物种子内贮藏物质的含量 (单位: 种子干重%)

植物种类	脂 肪	蛋 白 质	碳水化合物
棉花(没有种皮的种子)	40.0	39.0	14.8
水 稻	1.8	8.9	77.1
小 麦	2.1	13.3	69.8
黑 麦	1.7	12.3	70.8
玉 米	4.3	9.8	71.0
向 日 葵	41.4	27.7	16.3
亚 麻	36.4	23.5	24.2
大 豆	17.2	36.9	26.3
菜 豆	1.4	22.9	56.1
羽 扇 豆	10.0	40.0	29.0
鹰 嘴 豆	4.3	20.3	54.0

比较以上两种物质的氧化过程，可知含油脂较多的种子比含淀粉较多的种子呼吸氧化时耗氧要高出许多倍。因此，棉籽萌发过程中必须有良好的通气条件，如棉田渍水，或土壤板结，缺乏氧气，使呼吸作用受到抑制，则不利于棉籽的萌发和幼苗的生长(表 1.4)^[24]。为了确保“一播全苗”，达到壮苗早发，播种期间，必须特别强调抢晴爽土播种，浅播薄盖，防渍水，防土壤板结。

表 1.4 不同氧气条件下棉籽的呼吸强度和发芽百分率

处 理	项 目 时 间	呼吸强度 (CO ₂ 毫克 数/小时/ 100 克)				发 芽 %			
		第 1 天	第 2 天	第 3 天	第 4 天	第 1 天	第 2 天	第 3 天	第 4 天
	湿滤纸	169.6	324.2	526.2	630.4	—	64	96	—
	湿 沙	144.8	296.0	501.4	611.2	—	58	98	—
	水	24.7	33.5	26.8	22.6	0	0	0	0

三、棉籽的萌发过程

棉籽和其他作物种子一样，在得到适宜的温度、足够的水分和氧气条件后，即由休眠状态转为活动状态，开始生长，这个过程叫做萌发。棉花种子的萌发，一般要经历三个过程：

(一) 棉籽吸水膨胀

原来干燥坚硬的种皮，由于水分渗入，逐渐软化，同时水分经种皮继续向胚组织渗入，使整个种子吸水膨胀。种皮和胚组织细胞的吸水是借助细胞的吸胀作用和细胞的渗透作用两个过程而进行的。棉籽萌发初期的吸水过程中，水分首先通过合点孔口，然后在合点帽上表面和栅栏层内表面之间横向移动。当水分移动到栅栏层的内表面时，栅栏层细胞吸水