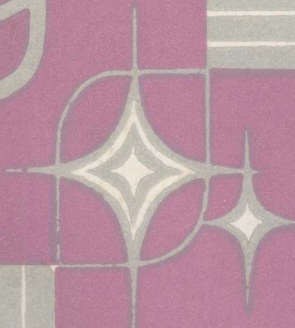




全国高等农业院校教材



棉花栽培生理

● 陈布圣 主编

● 农学专业用

中国农业出版社

S 562.01

S562
38

10

全国高等农业院校教材

棉花栽培生理

陈布圣 编著

农学专业用

内 容 简 介

本书全面地介绍了当代棉花栽培生理的主要内容。全书共分8章，第1—3章，论述棉花的根、茎枝和叶的分化、生长及功能；第4章，论述棉花的花芽分化与现蕾、开花和受精；第5章，论述棉花的棉铃的形态及发育；第6章，论述棉花的蕾铃脱落；第7章，论述棉花种子的形态结构和发育；第8章，论述棉花纤维的发育。本书除了反映当前国内外棉花栽培生理最新成就和最新发展外，还密切地联系我国棉花生产上的栽培实际问题，从生理角度作了深入浅出的论述，通俗易懂。

本书可供农业大专院校师生及农业科研、生产人员参考。

前 言

作物栽培学涉及的因素比较复杂,概括起来大体包括三大方面,即作物、环境和措施。它是研究农作物生长发育规律及其与外界环境条件的关系,以及农作物高产、稳产、优质、低成本的理论和技术措施的一门科学。

为了便于高等农业院校本科农学专业学生比较深入地学习作物栽培学,根据1988年7月作物学科组全体成员会议通过,并经同年12月农业部全国高等农业院校教材指导委员会会议审核通过,确定编写“作物栽培生理系列参考书”,聘请余松烈(山东农业大学)为主编,钱维朴(南京农业大学)为副主编,并确定这套作物栽培生理系列参考书共十二册,包括小麦、水稻、玉米、薯类、棉花、大豆、花生、油菜、甘蔗、甜菜、麻类、烟草。聘请各参考书的主编及副主编名单如下:

小麦栽培生理:主编余松烈(山东农业大学),副主编钱维朴(南京农业大学)。

水稻栽培生理:主编莫家让(广西农业大学),副主编黄丕生(南京农业大学)、朱庆森(江苏农学院)。

玉米栽培生理:主编胡昌浩(山东农业大学),副主编胡玉琪(河南农业大学)。

薯类栽培生理:主编李尧权(四川农业大学)。

棉花栽培生理:主编陈布圣(华中农业大学)。

大豆栽培生理:主编董钻(沈阳农业大学)。

花生栽培生理:主编张高英(山东农业大学)。

油菜栽培生理:主编刘启鑫(西南农业大学),副主编官春云(湖南农学院)。

甘蔗栽培生理:主编苏广达(华南农业大学)。

甜菜栽培生理:主编曲文章(东北农学院)。

麻类栽培生理:主编黄完基(江西农业大学)。

烟草栽培生理:主编韩锦锋(河南农业大学)。

各种作物栽培生理的主要内容应该是讨论各作物的高产、稳产、优质、低消耗的生理基础,讨论各作物有关光合性能、群体结构、个体营养以及调节生长发育、培育壮苗、促进产品器官发达等方面的问题。但是由于每种作物都有其自身的生育规律,生产上对它们需要的部分也各不相同,而且对各种作物在栽培生理上的研究深度、广度也各异,因此本系列参考书对各书的内容和编辑上的要求是充分发挥各书的特点,不强调一致性。

本系列参考书除供高等农业院校本科农学专业师生参考外,也可供广大农业科技工作者参考。

本系列参考书的每本书虽然在编写上花了较大精力,力求精益求精,但缺点和错误之处在所难免,请广大读者指正。

余松烈 钱维朴

1991年1月

编 者 的 话

本教材是作者以多年来为我校农学系的大学生、研究生和农业科技干部所编写的各种讲义为基础,再参考近年来国内外棉花栽培生理最新的研究资料撰写而成的。它既有基础理论,又有应用基础,是一本较全面的、较新颖的棉花专业教材。本教材在内容上紧密配合棉花栽培学基本教材的教学要求,比基本教材相应部分有较多的加深和拓宽,还介绍了许多不同的学术观点和学术见解,其目的在于扩大读者的知识视野,活跃学术思想。全书共分8章,第1—3章,论述棉花的根、茎枝和叶的分化、生长及功能;第4章,论述棉花的花芽分化与现蕾、开花和受精;第5章,论述棉花的棉铃形态及发育;第6章,论述棉花的蕾铃脱落;第7章,棉花种子的形态结构和发育;第8章,论述棉花纤维的发育。本教材除了反映当前国内外棉花栽培生理最新成就和最新发展水平外,还密切地联系我国棉花生产上的栽培实际问题,从生理角度作了深入浅出的论述,概念准确,条理分明,流畅易懂,适合于农业大专院校师生及农业科研、生产人员等参考使用。

本教材在编写过程中得到了华中农业大学孙济中教授、杨曾盛教授,湖北省农业科学院经济作物研究所张驹研究员的热情关怀和鼓励,初稿草成承蒙中山大学生物系郑泽荣教授提出许多宝贵意见,在此一并衷心致谢。

由于理论水平所限,编写时间仓促,书中不免存在缺点和错误,敬请读者批评指正。

陈布圣 于华中农业大学

1992年3月

目 录

第一章 棉花根的分化与生长	1
第一节 棉花根的形态和结构	1
一、根的形态	1
二、根的结构	1
第二节 棉花根的分化与生长	2
一、根的分化	2
二、根的生长	3
第三节 棉花根的生长和外界条件的关系	8
一、土壤性质	8
二、土壤水分	9
三、土壤温度	10
四、土壤含盐量	11
五、耕作制度和种植密度	12
六、激素	14
第四节 棉花根的生理	14
一、根的吸收活力	14
二、根的伤流	16
三、根的硝酸还原酶的活性	21
第二章 棉花的茎枝分化与生长	24
第一节 棉花茎的构造和分化	24
一、茎的初生构造及分化	24
二、茎的次生构造及分化	24
第二节 棉花茎的生长	24
一、茎的生长方式	24
二、茎的生长速度	27
三、影响茎生长的因素	29
第三节 棉花分枝的分化及生长	34
一、两种分枝的分化特点	34
二、叶枝分化与环境条件的关系	36
三、果枝分化与环境条件的关系	37
四、果枝的类型和株型	38
五、茎、枝的生理功能	39
第三章 棉花叶的分化、生长及功能	41
第一节 棉花叶的形态和结构	41
一、叶的形态	41

二、叶的结构	46
第二节 棉花叶的分化和生长	47
一、子叶的分化和生长	47
二、真叶的分化和生长	49
第三节 棉花叶片对水分亏缺的反应	55
一、水分亏缺对叶片生长发育的影响	55
二、水分亏缺对叶片光合作用的影响	56
三、水分亏缺对叶片物质代谢的影响	57
四、水分亏缺对激素和酶的影响	59
五、水分亏缺对叶片超微结构的影响	60
第四节 棉叶的气孔和蒸腾作用	62
一、叶的气孔	62
二、叶的蒸腾作用	66
三、外界条件对蒸腾作用的影响	68
四、蒸腾强度的日变化	71
第五节 棉叶的营养状况	71
一、叶的氮素营养	71
二、叶的糖氮营养	75
第六节 棉叶中的核酸、激素和酶	76
一、叶中的核酸	76
二、叶中的激素	77
三、叶中的酶	78
第七节 棉叶的光合作用	84
一、光合作用过程	84
二、光合作用日进程和季节性变化	85
三、光合性能	86
四、群体的光能利用	99
第四章 棉花的花芽分化与现蕾、开花、受精	111
第一节 棉花的花芽分化	111
一、花芽分化过程	111
二、不同种植方式棉花的花芽分化	112
三、花芽分化与棉花品种和外界条件的关系	114
第二节 棉花现蕾与开花规律	115
一、现蕾规律	115
二、开花规律	118
第三节 棉花胚珠和胚囊的发育及培养	121
一、胚珠和胚囊的发育	121
二、胚珠和胚的培养	123
第四节 棉花花的构造及授粉、受精	126
一、花的构造	126
二、授粉和受精	128

第五章 棉铃的形态及发育	131
第一节 棉铃的形态	131
第二节 棉铃的发育过程	131
第三节 棉铃发育过程中的生理变化	132
一、含水量的变化	132
二、激素的变化	132
三、可溶性糖、蛋白质和脂肪的变化	135
四、大量元素和微量元素的变化	136
五、单宁的变化	137
第四节 铃期及其影响因素	137
第五节 铃重及其影响因素	138
第六章 棉花的蕾铃脱落	142
第一节 棉花蕾铃脱落的生物学规律	142
一、落蕾与落铃的比例	142
二、蕾铃脱落的日龄	142
三、蕾铃脱落的部位	142
四、蕾铃脱落的时期	142
五、棉种和品种间蕾铃脱落的差异	142
第二节 棉花蕾铃脱落的解剖学基础	143
第三节 棉花蕾铃脱落的原因	144
一、环境因素对蕾铃脱落的影响	144
二、蕾铃脱落的生理原因	145
三、病虫害及机械损伤与蕾铃脱落的关系	151
第四节 减少蕾铃脱落的途径	152
第七章 棉花种子的形态、构造及发育	153
第一节 棉籽的形态、构造和成分	153
一、棉籽的形态和构造	153
二、棉籽的成分	153
三、种子成分与环境条件的关系	159
第二节 棉籽的发育	160
一、胚的发育	160
二、种胚发育过程中的物质代谢	162
三、棉籽发芽率的变化	164
四、不孕籽的形成	165
第三节 棉籽的寿命和贮藏	165
一、棉籽的寿命和贮藏	165
二、籽棉的贮藏	168
第四节 棉籽萌发过程中的生理变化	168
一、呼吸强度的变化	168
二、脂肪酸的代谢	169
三、蛋白质的代谢	170

四、磷酸的变化	171
五、ATP含量的变化	172
六、激素和酶的变化	172
第五节 棉籽生活力的测定	174
第八章 棉纤维的发育	175
第一节 棉纤维的形态和结构	175
一、棉纤维的形态	175
二、棉纤维的结构	175
第二节 棉纤维的分化和生长	177
一、棉纤维的发生	177
二、棉纤维的发育过程	179
三、棉纤维发育与环境条件的关系	181
四、棉纤维发育与激素和酶的关系	184
第三节 棉纤维素的生物合成	185
第四节 棉纤维的化学成分及理化性能	187
一、棉纤维的化学成分	187
二、棉纤维的化学性能	188
三、棉纤维的物理性能	189
第五节 棉纤维的工艺性状	189
一、纤维长度	189
二、纤维整齐度	190
三、纤维细度	190
四、纤维强度	190
五、成熟度	191
六、扭曲度	192
主要参考文献	193

第一章 棉花根的分化与生长

第一节 棉花根的形态和结构

一、根的形态

棉花的根系强大，通常一年生的陆地棉，主根入土深一般可达2—2.5m以上。多年生的棉花，主根入土深常在5m以上。棉花的侧根很发达，通常离地面4—6cm开始发生。根据苏北农学院1969年的观察，当主根伸长达11.7cm、子叶平展后第3天，开始长出第一次侧根。由于棉花初生幼根的初生木质部都有四个维管束，因此为四原型，所以主根上的侧根排列成四行，平行看近似十字形。棉花侧根开始与主根呈直角延伸，以后渐向下生长，分布在地表下10—30cm之间的最多，愈向下愈少。侧根的长一般为0.5—1m左右，愈向下愈短，故根系呈圆锥形。侧根上可再发生支根，支根上又可发生细根，细根的顶端1—3cm处有根毛。

二、根的结构

棉花种子萌发时，最初生出胚根，通常称为初生根。胚根的顶端是一些有分生能力的细胞组织，它能不断地产生新细胞，并向下生长，成为主根。根的前端从下至上可依次分为根冠、分生区（生长锥）、伸长区和根毛区（成熟区）四部分。

主根的最前面部分是根冠，它具有保护里面顶端分生组织的作用，并可帮助成长的根穿入土壤。根冠由许多薄壁细胞组成，这些薄壁细胞可以分泌含有多糖、果胶质等的粘液。有人认为粘液可能有助于根穿入土中（称为粘液学说）。近年来通过电子显微镜的观察发现，在棉花根冠细胞的下侧，排列有一种很规则的淀粉体（粒），除根处于极端饥饿状态外，一般不被利用，称为平衡体。由于平衡体的作用，从而使根有向地性。有人认为，根冠可能产生抑制激素，对次生根的生长和分化具有一定的抑制作用。

分生区由分生组织细胞组成，它是细胞分裂最旺盛的部分。在分生区前边，一般有三层原始细胞，由前向后，依次分化为根冠、表皮、皮层和中柱。

伸长区的细胞基本停止分裂，逐渐转向细胞体积的增大和伸长。伸长区是根尖向前延伸的主要部位。近年来的研究表明，根的吸收部位，主要在伸长区的表皮，而根毛只起辅助作用。

根毛区的细胞基本停止增大和伸长，组织分化已趋结束，所以又称为成熟区。此区部分表皮细胞可以分化出根毛。根毛的尖端呈圆形，富含原生质，还可以看到细胞核。根毛除具有吸水作用外，还能分泌有机酸，使难溶性的矿物质溶解，以利根的吸收。一般根毛的功能期可延续2—3周。根毛表面可能还有富含氧化铁的粘液，因而具有很强的氧化能力，能很好地附着在土粒上，以增进养分的吸收。

棉根中的初生构造包括：表皮、皮层和中柱。次生构造包括：次生木质部、次生韧皮部和周皮。

第二节 棉花根的分化与生长

一、根的分化

(一) **初生组织的分化** 在分生区有三层活跃的原始细胞, 较外面的一层分化出根冠和表皮, 中间一层分化出皮层, 里面一层分化成中柱。

表皮是一层长方形的细胞, 它的细胞壁很薄, 排列相当紧密, 具有吸收能力。皮层是由数层较大的薄壁细胞组成, 最里面的一层皮层细胞称为内皮层, 它的细胞壁可以局部增厚, 制片后的色泽较深, 称为凯氏带。凯氏带由蜡状物质构成, 可以控制棉株体中无机养分的移动。根长粗以后, 皮层逐渐被挤毁。中柱是根的输导组织。内皮层之内为一层薄壁细胞, 称为中柱鞘。中柱鞘的里面是外始式(即初生木质部的分化由外向内)四原型的初生木质部与初生韧皮部。初生木质部与初生韧皮部交替排列, 初生木质部中分化较早的原生木质部处于四个脊, 分化较晚的后生木质部则处于中心。初生韧皮部也进行着向心的分化, 分化为原生韧皮部和后生韧皮部, 原生韧皮部分布在中柱的周围, 后生韧皮部分布在内面一些。

(二) **次生组织的分化** 中柱鞘上有侧根原基, 因而可以分化侧根。中柱鞘也可以分化成束间形成层和木栓形成层。由木栓形成层产生出周皮。

在初生韧皮部和初生木质部之间一些没有分化的薄壁细胞恢复分裂能力而形成维管形成层。它们先在初生韧皮部内侧分化维管分生组织, 以后向两侧初生木质部延伸, 最后与初生木质部外侧的中柱鞘细胞所分化的另一部分形成层相接, 形成波状(一般有四角)的维管形成层。由维管形成层发育产生次生木质部和次生韧皮部。根的加粗, 就是上述次生组织持续生长的结果。

McMichal等(1985)发现, 棉花初生木质部有五、六个维管束的类型, 即中柱鞘的侧根原基分化成五、六排侧根(图1—1), 例如T25品系初生根的维管束多数是五原型, T469多数是五原型和六原型, T—169品系是四原型。从表1—1可见, 五原型棉花品系的侧根较四原型品系发达, 它的根系横切面导管数目为68.7个/根, 较四原型棉花品系42.8个/根多60%。五原型棉花品系每维管束有导管13.6个(即68.67/5), 比四原型品系的10.5个(即42.8/4)多3.1个。五原型棉花品系的导管横切面积为191.9 μ^2 , 较四原型棉花品系171.2 μ^2 大12%。

Oosterhuis等(1987)发现, T25品系初生根的维管束数变异较大, 除了有五原型外, 还出现有六原型和七原型。根据对出苗后7天的初生根解剖的观察(表1—2), T25品系初生根木质部的导管数较两个四原型品系(斯字棉506、岱字棉41)多, 导管的半径则较两个四

表 1—1 不同棉花品系根的形态及初生根的解剖(萌发后7天)

品 系	主根长 (mm)	侧根长 (mm)	根的总长 (mm)	侧根数	平均侧 根 长 (mm)	维管束数 (个/根)	根 的 横 切 面 积 (μ^2)	中 柱 横 切 面 积 (μ^2)	导管横切 面 积 (μ^2)	导管数 (个/根)	导管横切面 积/导管 (μ^2)
T25	63.6	139.0	243.8	15.3	10.1	5.0	642.2	91.8	13.4	68.7	191.9
T169	97.3	67.4	164.1	15.2	3.5	4.0	287.7	47.3	7.3	42.8	171.2

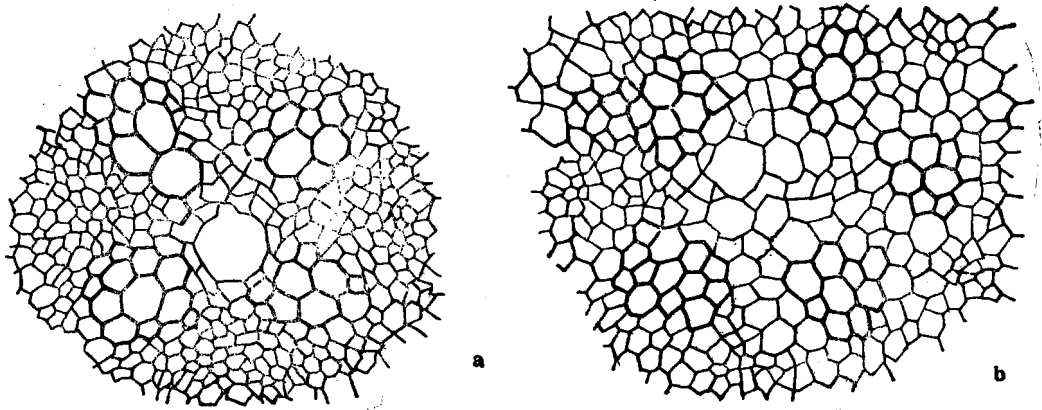


图 1—1 棉花初生根的横切面

a为T169品系初生根的维管束数

b为T25品系初生根的维管束数

(McMichal等, 1985)

原型品系小, 导管的总横切面积则处于两个四原型品系的中间状态。他们又测定了7天初生根的水分的流速, 结果表明, 3个品系之间无显著的差异。但在距根尖0、2、6和10cm处, T25品系的流速较其他两个品系略低。又根据光微动扩大器所测定的数据, 用Poiseuille's方程计算的供试3个品系初生根的水分流速与实际测定趋势相同。Radin等(1986)对岱字棉70的研究表明, 不同的营养液对初生根维管束的分化也会产生影响。在完全营养液中棉花初生根的维管束全部为四原型, 在缺磷的营养液中三原型增多, 占观察数的21.4%, 在缺氮的营养液中五原型增多, 占观察数的12.1%。三原型根的直径为 $15.9 \pm 1.7\mu$, 较四原型 $24.0 \pm 1.8\mu$ 明显变细。五原型根的直径为 $22.2 \pm 3.2\mu$, 较四原型稍变细。

表 1—2 不同棉花品系初生根的解剖 (7天的初生根)

品 系	观察部位 (离根尖 距离cm)	导 管 数	平均导管半径 ($\times 10^{-6}\text{m}$)	平均导管面积 ($\times 10^{-10}\text{m}^2$)	总导管面积 ($\times 10^{-9}\text{m}^2$)
斯字棉506	2	16	5.65	1.00	1.60
岱字棉41		40	6.00	1.13	4.52
T25		32	5.35	0.89	2.87
斯字棉506	6	62	6.84	1.47	9.12
岱字棉41		71	7.53	1.78	12.64
T25		72	6.58	1.36	9.79
斯字棉506	10	58	8.69	2.37	13.38
岱字棉41		69	7.92	1.97	13.61
T25		81	7.71	1.86	15.14

二、根的生长

棉花种子发芽时的胚根长成主根, 主根生长很快, 在最初的两天的, 每天平均伸长可达5—

6cm, 最初7天内, 每天伸长约4cm, 在苗期每天平均伸长约3cm左右, 开花期每天平均伸长约1.5cm左右。Ray 和 Tucker (1967) 的观察表明, 棉花主根在行距1m的良好结构的土壤上苗期生长最快, 第一个蕾出现以前(即播后约两个月), 每天向下伸长约2.54cm。侧根在播种后35天开始伸展到行间。六月中旬棉花主根已穿过板结层, 大侧根和活动根密集在0.61—1.22m土层。播种后74天(即开花期), 主根入土深已达1.83m, 个别侧根的长已超过1m, 即已伸展到相邻行棉株的基部。播种后177天(即吐絮末期), 主根入土深已达2.44m, 大多数侧根的长已超过1m。

Bassett等(1970)用 ^{32}P 测定的结果表明(图1—2), 在排水良好的冲积土上, 主根每天向下伸长约2.5cm, 侧根伸长速度约为主根的一半。在苗期主根伸长速度极快, 当株高仅为20cm时(即6月5日, 此时棉株还未现蕾), 主根入土深度已达122cm, 侧根的长为60cm(约为主根的一半)。当株高为40cm时(即6月19日, 为播种后11周), 主根已达183cm, 侧根的长为80cm。

棉花现蕾后, 主根生长速度逐渐缓慢, 侧根生长加快。开花期以后, 主根和侧根的伸长显著减慢。根据Robert (1965)等的观察(图1—3), 陆地棉在条件适宜的情况下, 现蕾时棉花株高为30cm左右, 累积根长为400cm。到开花期(7月13日)主根入土深达170cm, 以后停止生长, 此时累积根长为800cm。棉铃开始吐絮(8月23日), 侧根的伸长明显减缓, 此时累积根长为1500cm。铃期(8月初)以前累积根长与株高同步增长, 铃期以后累积根长增长减缓。

Taylor等(1970)采用深埋玻璃管法, 观察棉花根系伸展的模式, 现蕾期即6月26日, 在30cm的心土层已可见到少数根系; 开花期即7月14日, 在100cm的心土层也可见到少数根系; 结铃期即7月28日, 在185cm的心土层可见到少数根系。开花期的主要根群分布在30cm以内的心土层,

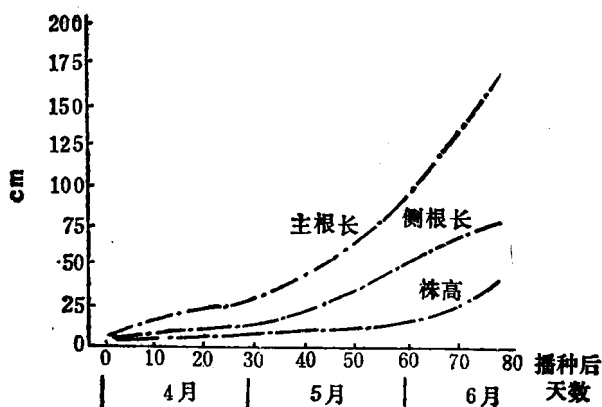


图1—2 在早期棉花主根、侧根的生长速率与株高的关系
(Bassett等, 1970)

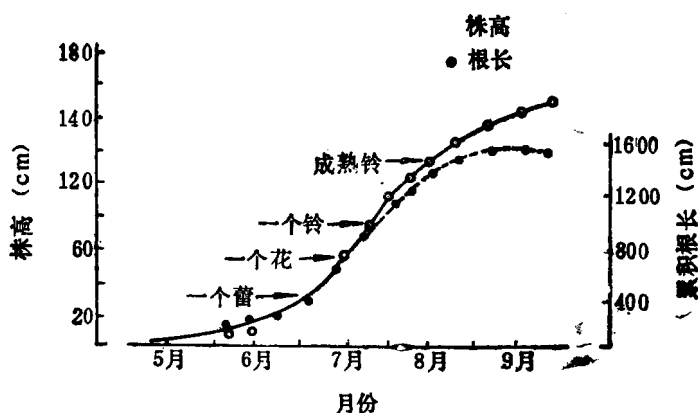


图1—3 棉花生长期株高与累积根长的关系
(Robert, 1965)

盛花期以后即7月28日至8月20日,其主要根群分布在45 cm以内的心土层,吐絮期即8月28日以后至9月3日,主要根群分布在150cm以内的心土层。

据Böhm (1974) 报道,观察根系所应用的玻璃管,其长为150—200cm,直径60—63mm,玻璃管口距土表面20cm,玻璃管外再套一只黑色(不透明)塑料管,塑料管的上方安置一个有放大镜的圆盖。为了清晰地观察根的生长,在玻璃管内安置一个可以上下移动的钢杆,钢杆末端固定一个灯泡(6 V)和反光镜,接上电源即可照明。

唐仕芳等(1985)对3种不同栽培途径棉株根系观察表明,根系的生长过程大致可分为四个时期,即缓慢发根期(苗期);快速生长期(蕾期),始花期根长为始蕾期的4.1—11.0倍;平稳上升期(花铃期),始絮期的根长为始花期的1.4—2.7倍;明显衰减期(收获期),收获期棉根长较始絮期减少35.9—41.6%。棉根分布深度主要在0—25cm土层内,宽度分布主要在棉株两侧各15—20cm的土层中。棉根总长经历着“少—多—少”的消长过程(表1—3)。掌握棉花根系生长规律,可为合理培管提供理论依据。

表 1—3 棉花各生育时期根系长度

(唐仕芳等, 1985)

栽培途径	始蕾根长 (m)	始 花		始 絮		收 获	
		根 长 (m)	为始蕾期 根长(倍)	根 长 (m)	为始花根 长(倍)	根 长 (m)	比始絮少 (%)
直播棉	34.750	143.785	4.1	386.284	2.7	247.431	-35.9
地膜棉	31.560	299.249	9.5	426.796	1.4	270.837	-36.5
移栽棉	21.223	233.152	11.0	337.523	1.5	197.005	-41.6

棉根不带土,移栽后根受机械损伤严重,成活率极低。郑学年等(1982)用50和100ppm的胡敏酸钠沾棉根,可以明显提高成活率。钱时祥等(1986)研制成“SHW”移栽胶(即以Hoagland营养液为主,配方I、配方II),使用胶液不能过稀过浓,以5—8叶龄沾根移栽为宜,其成活率能达95%以上。

(一) 不同品种根的生长 不同棉花品种根系伸长速度有差别。根据Чивинский(1960)的观察,主根的伸长早熟品种较晚熟品种为快。侧根的伸长晚熟品种较早熟品种为快。早熟品种在苗期、花期主根日生长量分别为3.2、1.6cm,而中熟和中晚熟品种分别为2.5—2.9、1.5—1.3cm。在苗期和花期,早熟品种侧根日生长量分别为15.1和48.5cm,而中熟和中晚熟品种分别为18.2—34.9、46.2—54.7cm。Satteroy (1971—1973)的研究指出,159F品种在开花期根系伸展较S4727品种稍弱,但在生育后期159F品种根系伸展较S4727稍强,所以S4727品种表现早熟,159F品种表现晚熟。

Чивинский的观察又指出,棉花在开花期白嫩幼根的分布面积最大,成熟期显著减少。成熟期白嫩幼根的分布面积仅为开花期的12.8—53%。成熟期白嫩幼根的分布面积较开花期减少的程度与品种有关。早、中熟品种成熟期白嫩幼根的分布面积仅为开花期的12.8—30%,而中晚熟品种为53%,表明早熟品种成熟期白嫩幼根的分布面积过小,所以易出现早衰现象。

Jordan (1983) 报道,晚熟品种 TM-1 的根系不仅入土较深,在生育后期根系伸长仍较

快。从图1—4可见,播种后87天, TM-1在土深1.35m处根量较早熟品种 LX571要多2—2.5倍。播种后117天, TM-1品种在土深1.5m处根系总长度约为 $2.7\text{cm}/\text{cm}^3$, 较早熟品种兰卡 LX571的 $0.3—0.4\text{cm}/\text{cm}^3$ 要长7—8倍以上。因此兰卡 LX571品种易出现早衰现象。

Каримов (1980) 对种植在冬季深翻12—15cm、春季深翻5—7cm、保护带松土深5—7cm, 其他部分松土12—15cm的条件下的三个品种根系研究指出(表1—4), 早熟品种 c-4727 在4—5真叶期, 大量根群分布在20cm土层, 而中熟品种108φ分布在24cm土层, 中晚熟品种塔什干1号分布在25cm土层。在蕾期上述三个品种大量根群分布分别为25、30、35cm土层。花期三品种大量根群分布分别为30、40、48cm土层。成熟期分别为50、62、70cm土层。根群分布的直径, 各生育期均表现为随品种的早熟而增大。

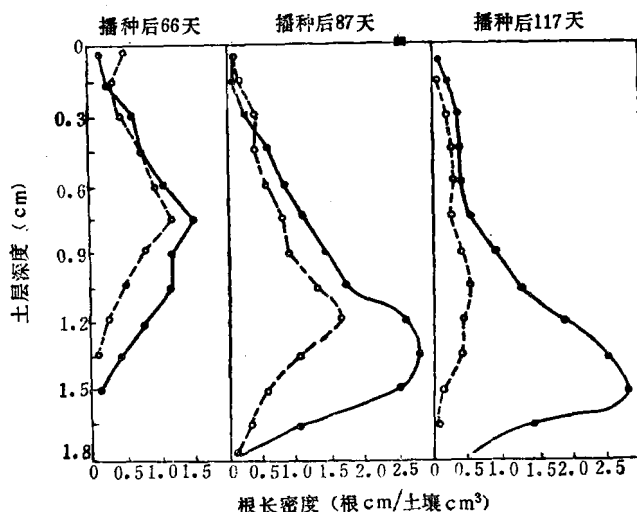


图1—4 不同时期棉花根系入土深度
(Jordan, 1983)

表1—4 不同品种各生育期棉花根系伸展情况
(Каримов, 1980)

生育期	4—5真叶期			蕾期			花期			铃期		
品种	c-4727	108-φ	塔什干1号	c-4727	108-φ	塔什干1号	c-4727	108-φ	塔什干1号	c-4727	108-φ	塔什干1号
侧根群入土深(cm)	20	24	25	25	30	35	30	40	48	50	62	70
侧根群分布直径(cm)	28	18	16	40	37	30	82	63	60	136	121	110

(二) 根与地上部的关系 棉株的地上部和地下部是相互依存的有机体。根系生长得好, 吸收水肥能力强, 有充足的水肥供应地上部生长, 就能保证壮苗早发。地上部生长良好, 又能制造更多的有机养料, 供给根部, 促进根系的生长。上述关系表明, 地下部和地上部是相互促进的。如果根系生长不好, 吸收水肥少, 茎叶生长缓慢, 就会造成弱苗迟发; 而地上部分生长不良, 又会影响地下部的正常生长, 故地上部与地下部又是互相制约的。但关键在于根, 根壮苗才能早发。根据这一原理, 生产上常采用损伤部分根系的办法进行控苗, 防止地上部疯长; 或者适当控制水、肥, 进行蹲苗, 抑制地上部生长, 同时促进根系向纵横发展。山西省棉花研究所朱缙高等1962—1963年的观察表明, 水地棉花蹲苗可以控制棉苗过旺生长, 促使地下部发展好。两年试验结果均表明, “蹲苗”棉株根系扎的深、根量大、分布均

匀。开花前后用同位素 ^{14}C 示踪测定结果表明,蹲苗棉株生长稳健, ^{14}C 同化产物输送到生殖器官蕾的百分数较多,而不蹲苗棉株则输送到营养器官较多。

山西省棉花研究所土肥室(1978)的试验指出,喷洒适宜浓度的矮壮素可以抑制地上部营养生长,促进根系的发展。例如每亩5 000株处理,喷50ppm矮壮素后,初花、盛花、铃期根干重占全株总干重的百分率分别为18.99%、9.46%和8.39%,较对照(即早浇水)的15.81%、8.71%和6.38%分别高3.18%、0.75%和2.01%。

棉花营养钵育苗移栽栽培时,在苗床育苗阶段为了防止棉苗线苗(即高脚苗),棉子用适当浓度的矮壮素浸种或棉苗喷洒矮壮素,对棉苗生长有“控上促下”的作用。许德威等(1982)报道,以10、50、100、200ppm的矮壮素浸种24h,播种出苗后34天测定结果表明(表1—5),经矮壮素水溶液浸种或喷洒的棉苗,其地上部干重均较对照(浸水)明显降低,但根的干重则增加。若棉子不作处理,棉花出苗后一周用上述浓度的矮壮素溶液喷洒幼苗,喷药后14天测定的结果与用矮壮素浸种相同。

表1—5 矮壮素浸种和喷洒对棉苗根系生长的影响(干重, g/株)
(许德威, 1982)

项 目		10ppm	50ppm	100ppm	200ppm	对 照
浸 种	地 上 部	2.28	2.19	2.16	2.01	2.40
	地 下 部	0.55	0.71	0.74	0.58	0.45
喷 洒	地 上 部	1.69	1.63	1.51	1.55	1.80
	地 下 部	0.47	0.48	0.58	0.50	0.39

Шлейх:pa (1953)的试验指出,凡是地上部结铃较多的棉株,其棉田耕作层内的第一次大型侧根数目较多,并且比较更接近表土。说明棉花根系生长好坏与地上部的关系极密切,从而可见我国棉农的经验“壮苗先壮根”是有科学根据的。

Quisenberry等(1931)对15个不能开花品系(即对光周期敏感)和1个栽培种(布莱特马斯特)的研究表明,凡是茎长势旺盛的品系,根系生长也很强壮。他们的研究还表明,棉花主根长度与侧根数目有显著的正相关,说明主根生长快的品系,全部根系也必然生长快。

表1—6 子叶面积对棉苗根系生长的影响
(宋家祥, 1984)

处 理	主根长(cm)	第一次大型侧根数(条)	根干重(mg)	苗高(cm)	地上部干重(mg)
不留子叶(出苗后当天去两子叶)	10.1	0	4.0	3.85	6.2
留1/3子叶(出苗后当天每片子叶留1/3)	11.9	2.0	4.0	3.90	6.6
留子叶3天(出苗后3天把子叶去掉)	14.6	37.6	12.0	4.80	16.8
留子叶5天(出苗后5天把子叶去掉)	16.3	38.6	15.1	5.30	22.4
对 照(不去子叶)	22.4	40.8	61.6	6.60	135.0

宋家祥(1984)的试验表明(表1—6),子叶受损,棉苗主根入土浅,第一次大型侧根数目减少,地上部的生长受到严重影响。

第三节 棉花根的生长和外界条件的关系

根系生长的强弱,主要是受土壤环境条件,如土壤的性质、水分、养分、温度及酸碱度等的制约。

一、土壤性质

棉花根系发展要求有疏松而通气良好的土壤。Letey等(1961)的研究(图1—5)表明,棉花根尖只有在含氧1%以上的土壤状态下才能延长,而以含氧7—21%的最为适宜。而在同样的氧气条件下,31℃较23℃更有利于根的生长。据Elliot(1968)的观察,最适于棉花根系生长的含氧量为7.5—10%,如降低到1%以下,则根系的生长受到抑制。

Grimes等(1979)的观察表明,在砂壤土上30cm以下的土层,棉根的伸展受到抑制。例如在30—61cm土层中,砂壤土棉花根系的密度为0.45 cm/cm³,较粘壤土1.72 cm/cm³降低13.8%;在61—91cm土层中,砂壤土棉花根系的密度为0.28 cm/cm³,较粘壤土1.31 cm/cm³降低78.6%。因此,在砂壤土上生长的棉株,较粘壤土上易出现早衰现象。

Taylor和Gardner(1963)的试验结果指出,当土壤的容重在1.55g/cm³以上时,棉根的穿透力逐渐减弱,说明土壤紧实度过大,通气不良,根系的伸展受到抑制。他们的资料又表明,土壤水势在-2/3Pa至-1/5Pa范围内,水势愈高,棉根的穿透力愈强。当土壤容重为1.65g/cm³时,土壤水势为-2/3、-1/2、-1/3、

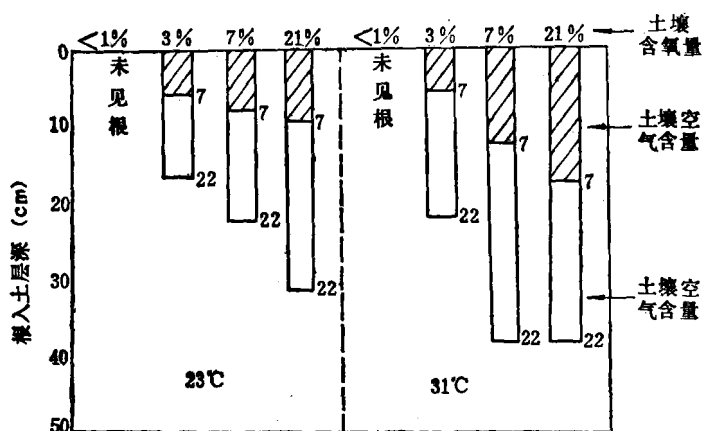


图1—5 在不同空气和氧含量的条件下棉花根系生长状况
(Letey等, 1961)

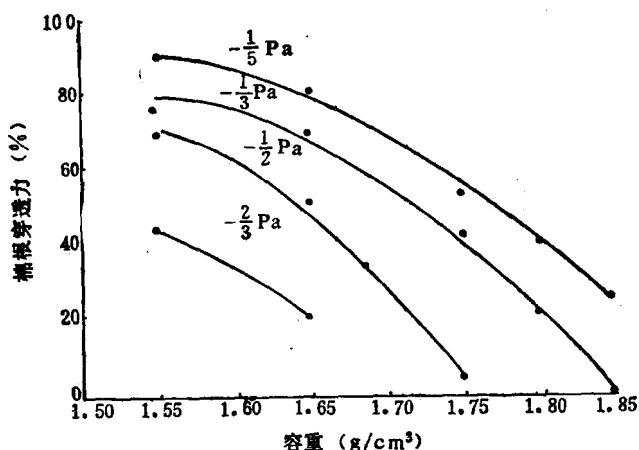


图1—6 不同土壤容重和水势的棉根穿透力
(Taylor和Gardner, 1963)