

高等學校教學用書

纖維材料學

(紡織纖維)

下 冊

庫 金 主 編

天津大學紡織系
紡織材料學教研室 譯

紡 織 工 業 出 版 社

УЧЕНИЕ О ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛАХ

Г. Н. Куклин

Гизлегпром • 1949

纖維材料学 (紡織纖維) 下册

苏联 Г. Н. 庫 金主編

天津大学纺织系纺织材料学教研室译

紡織工業出版社出版

(北京東長安街紡織工業部內)

北京市書刊出版業營業許可証出字第 16 号

·务印书馆·上海印刷厂排版

卡 片 行

78. (1. 1. 1. 5) , , , 千字

1957 年 10 月初版

1957年10月上海第1次印刷·印数1~2,000

定价(10) 1.30 元

高等学校教学用书

纖維材料学

(紡織纖維)

下 册

I. H 庫 金 主 編

天津大学紡織系
紡織材料学教研室 譯

紡織工業出版社

本書由兩篇組成。第一篇包括紡織纖維的構造、組成、基本性質及其研究方法。

第二篇有天然紡織纖維及人造紡織纖維的獲得方法及其初步加工原理、紡織原料有科學根據的分級資料。本書供紡織工學院纖維材料機械工藝學專業課程作教本用。

本書分上、下兩冊出版。上冊系原書第一篇，下冊系第二篇。

本書系纖維材料學下冊，第十章“棉花”系由李德賢同志校閱，第十五章“人造纖維”系由李慧善同志校閱，其餘各章系由本社校閱。

目 录

第二篇 各种纖維

第 十 章	棉花.....	(5)
	棉花的品种及其栽培.....	(5)
	苏联的植棉業.....	(20)
	棉花的初步加工.....	(34)
	棉纖維的性質.....	(45)
	棉纖維的标准与分級法.....	(62)
	苏联棉花的現有种类.....	(66)
	木棉和蘿摩科的馬利筋屬植物.....	(69)
第 十 一 章	韌皮纖維.....	(71)
	概論.....	(71)
	韌皮植物莖部的構造.....	(72)
	韌皮植物纖維的構造.....	(78)
	韌皮纖維的初步加工.....	(85)
	韌皮纖維的一般鑒定方法.....	(92)
	亞麻.....	(97)
	大麻.....	(118)
	黃麻.....	(122)
	洋麻.....	(124)
	青麻.....	(126)
	苧麻.....	(127)
	夾竹桃麻.....	(128)
	叶纖維.....	(129)

第十二章	毛	(131)
	毛及其構造	(131)
	綿羊毛	(137)
	其他動物毛	(147)
	工業用毛的其他來源	(150)
	毛纖維的性質	(152)
	羊毛的分類及標準	(158)
	毛的初步加工	(164)
	洗毛	(169)
第十三章	絲	(175)
	養蠶業	(175)
	家蠶的品種	(185)
	蠶的初步加工	(186)
	蠶的性質	(190)
	蠶絲	(198)
	生絲	(202)
	野生蠶	(206)
第十四章	石棉	(208)
第十五章	人造纖維	(211)
	概論	(211)
	人造纖維素纖維	(214)
	人造蛋白質纖維	(242)
	玻璃纖維	(243)
	合成纖維	(244)
	附錄	(250)

第二篇 各種纖維

第十章 棉花

棉花的品種及其栽培

棉花是着生在棉植物种子上面的。棉花为錦葵科(Malvaceae)的草棉屬(Gossypium)。野生棉花是多年生灌木,有时也可長成乔木。为要取得纖維而栽培的棉花是一年生灌木植物。棉株的生長期(即从播种到棉鈴成熟的时间),約需 90~200 天。温度在 $20^{\circ}\sim 30^{\circ}\text{C}$ 的地区,植棉最为适宜。温度低于 13°C 时,棉株停止生長,如遇霜寒,就会僵枯。因此棉花只能栽培在暖和的夏季較長的地区里。

苏联的主要植棉地区是中亞細亞(烏茲別克、塔什克、土庫曼、吉尔吉斯西部和哈薩克共和国的南部)和南高加索(阿塞尔拜疆、亞美尼亞和格魯吉亞共和国的一部)。此外,在北高加索、达格斯坦、克里米亞、敖德薩地区、赫尔松和阿斯特拉罕等地区也能栽植棉花。只有在斯大林五年計劃年代里,由于農業社会主义改造获得了成功,才有可能在新棉区里發展植棉事業。

新民主主义国家如保加利亞和朝鮮的植棉業,正在逐漸發展中。

植棉業最發达的資本主义国家是美国、印度、埃及和巴西以及英国在非洲的占領地。可是所有資本主义国家的植棉技术水平、滿足工業需要的全面情况和纖維的品質方面,都赶不上苏联,因为在斯大林五年計劃以后,苏联植棉業在这几方面的成就已使它能巩固地居于世界第一位。从棉花的收获量來說,目前苏联尚略遜于美国,但苏联所产長度

在 30 毫米及 30 毫米以上的优良品質棉花,却超过了美国。

棉株的發育

棉株可用棉籽繁殖,或用压条(插条)繁殖,但在实际工作中只采用第一种方法。棉籽为長圓形,一端稍尖,呈黑色或深褐色(圖 63 甲),每粒長 5~12 毫米、直徑 3~6 毫米、重 90~150 毫克。如播种后的土壤溫度不低于 $10^{\circ}\sim 12^{\circ}\text{C}$ 和湿度不低于 15% 时,棉籽就能發芽。

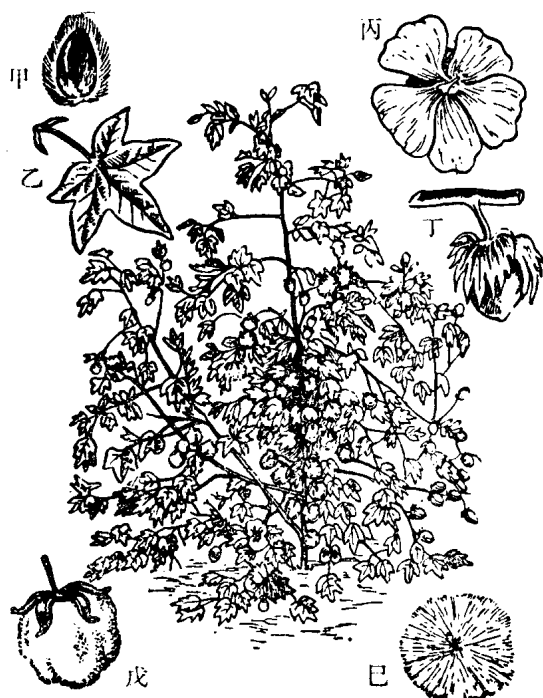


圖 63 一株棉花

甲—纖維剝去后的棉籽

乙—叶

丙—花朵

丁—不成熟棉鈴

戊—成熟而开裂的棉鈴

己—帶纖維的棉籽

李森科院士指出:各种植物包括棉花在內,都須經過兩個發育阶段,即春化阶段和光照阶段。如植物不經過这两个阶段,就不能結果。在春化阶段中,对植物的發育起主要作用的是温度和水分;在光照阶段中,除了这些要素以外,还需要照度(即光照的延續時間和强度)。

采用了李森科院士所提出的种籽春化方法,在播种以前就可使棉籽經過春化阶段,以

促使棉株提前在田間成熟。如条件良好而棉籽处理得当,則播种以后 4~6 天内就能見苗。

棉花的幼苗帶有兩片子叶，以後發育成為棉株，高達 70~140 厘米（圖 63）。

棉株逐漸生長，它的根部深入土內可達 1 米，并向四圍生長許多分根。為使根系和整棵棉株能夠順利地發育起見，必須把土壤充分耙松，借使空氣能夠進入土內，使土壤能夠保持足夠的水分和養料。

出苗 8~11 天後出現第一片真葉，以後每隔 4~5 天繼續長出其他真葉，隨著棉株的成長，每隔 2~3 天便能長出一片真葉。

棉株的葉片分為 3~7 淺裂片，形狀極像楓葉（圖 63 乙）。白天棉葉轉向，使葉片表面垂直於太陽光，太陽落山以後，葉片就向下垂。棉葉長出 3~8 片以後，棉株的主莖開始分枝。棉株的分枝分成二類，即營養枝（單軸的）和果枝（假軸的）。

最初生長的是營養枝，它們向上生長而與主莖形成銳角，但不長花蕾。果枝是從營養枝的葉腋上生出來的，與主莖或與長出這些果枝的營養枝形成垂直方向。花蕾就生長在果枝上葉片的對面。果枝愈早出現，棉株就愈早成熟；因此如果枝愈多，籽棉的收穫量就愈高（即棉鈴的大小相同時）。

圖 64 是棉株的分枝圖，圖 65 是營養枝和果枝圖。第一個花蕾通常在棉株幼苗生出第一片真葉後的第 30~38 天（即播種後的第 45~60 天），在第一個果枝的第一葉片的對面出現，生長 22~27 天後才開花。此時每棵棉株上可有 10~12 個果枝（在非灌溉地區的棉株約有 4~6 個果

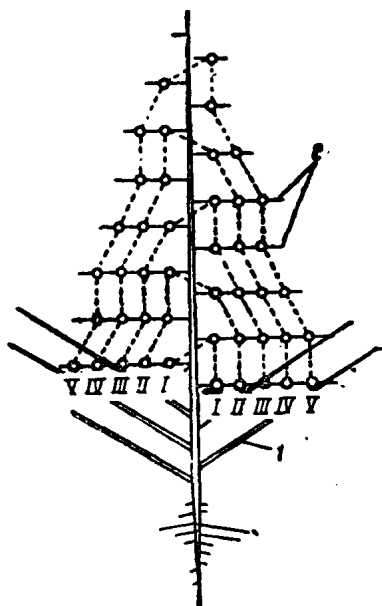


圖 64 棉株的分枝圖

1—營養枝 2—果枝
I、II、III、IV、V——圓錐體花序

枝), 每隔 2~3 天, 較高果枝上的花蕾陸續开花, 但在同一果枝上的花蕾需隔 5~7 日才再开花。这种开花次序, 使大致同时期内开放的花朵排列成为一个特殊的“圓錐体”(圖 64)。



圖 65 棉株主莖的分枝

1—主莖

2—营养枝

3—果枝

棉株的开花期可以延續达一个月以上。花朵清晨开放, 呈黄色或奶油色。受粉作用(即花粉落在雌蕊柱头上)即在白天进行。傍晚, 花粉發育, 并經雌蕊的合蕊柱达到子房內的胚珠。花朵的花瓣傍晚变成紅色, 旋变淡紫色, 翌日脫落。可知棉株上每朵花的开放时间仅能延續一个整天。由于子房和花粉是同时成熟的, 所以棉花可能进行自花授粉。此外, 棉株間也可进行异花授粉, 这能改进棉种的遺傳性并能促进棉株对环境条件的适应性。如果种植不同棉花品种的棉田靠得很近, 無限制的异花授粉可以引起棉株間的大量杂交, 而使棉花品質变坏, 因此苏联的棉区均按分区播种計劃的規定, 使每个棉花品种都有广大的种植面积。

花朵脫落以后, 遺留的子房內藏着棉籽的極細小胚胎, 这个子房以后發育成为棉鈴。棉鈴的胚胎(圖 63 丁)和包藏其內的小棉籽發育得很快。棉鈴与子房相同, 內部分成 3~5 个棉鈴室, 分别为棉鈴壁壳所掩藏。每个棉鈴室內包藏着 5~9 粒棉籽。开花后的起初几天中, 棉鈴的

体积和重量迅速增长,在开花后第7天和第15~20天之间,尤为显著。此后生长速度渐趋缓慢,到了第30~40天,棉铃的体积就可达到最大值,几天以后,它的重量也可达到最大限度。不久棉铃的重量由于逐渐干涸而开始缩减。但因棉籽和固生于棉籽上的纤维继续发育,所以棉铃的干燥重量也能继续增长。从开花后最初几天到45~50天,棉铃重量的增长速度是大致相等的,以后速度渐趋缓慢,及至棉铃成熟结束时而完全停顿。

开花后55~70天时,棉铃完全成熟,此时内藏的棉籽也已成熟,所以生长在棉籽上面的纤维也结束了发育过程。棉铃成熟时,铃壁干枯,铃壳就裂开而互相脱离,以使棉铃裂开,膨松的籽棉瓣向外突出,此即所称着生纤维的棉籽(图66)。棉铃的开裂是有助于成熟籽棉的采摘工作的。

播种开始到每个发育阶段完成时所需的时间,取决于棉花品种和生长条件。按照棉株及其果实的发育阶段,所需时间分配如下(天数):

由播种到见苗.....	4~ 6~10
由见苗到出现第一片真叶.....	8~10~12
由出现第一片真叶到形成花蕾.....	30~35~45
由花蕾形成到开花.....	18~24~33

由播种到开花总计.....60~75~100

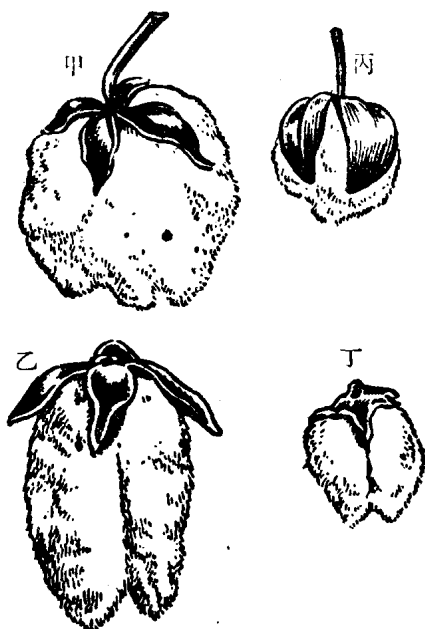


图 66 成熟后开裂的棉铃

甲—中纤维棉铃 乙—细纤维棉铃
丙—短纤维棉铃 丁—木棉棉铃

由开花到第一个棉鈴开裂.....40~60~80

由播种到第一个棉鈴开裂的棉株全部生長时期.....100~135~180

棉鈴是按花朵开花次序而开裂的，所以由同一圓錐体上的花朵子房所形成的棉鈴，几乎是同时开裂的。棉鈴能繼續發育而开裂，直到棉株因寒流侵襲等原因而生長停頓时为止。棉株受早霜侵襲后就枯萎，此时棉株上所長的不成熟棉鈴即干枯而裂开，但不能完全裂开，此时所摘籽棉的纖維都是不够成熟的和不成熟的。

棉纖維和棉籽的發育

苏联学者 A. II. 卡查希柯夫、A. H. 柏耶尔金等对于纖維逐漸發育和成熟的过程以及纖維構造的研究工作，有很大貢獻。根据他們的观察証明：在开花后的翌日，棉籽胚胎壁上面的一些細胞即开始伸長并突出在它的表面上。这些細胞以后發育成为棉纖維，所以每根棉纖維就是一个植物細胞。每粒棉籽上面長着 10000~15000 根纖維。纖維的發育过程也要經過两个时期，每个时期所需時間大致是相同的。

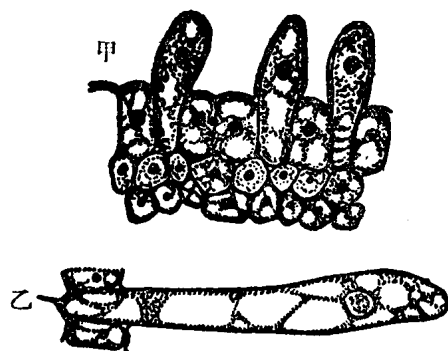


圖 67 纖維在开花后最初几天內的發育圖解
甲—第一天的情况 乙—第三天的情况

第一期內，纖維迅速地由長度方面生長，这从子房形成时开始，并即加速进行（圖 67）。例如纖維第一天的長度为 35~91 微米，那么它在第二天就能長到 140 微米，第三天長到 260~290 微米，这样繼續增長。纖維在开花后第 5 天和第 16~18 天期間的增長速度特別快，以后逐漸緩慢，到第

25~30 天时方停止增長，此时纖維已达最大長度（圖 68），并成为薄壁

小管狀，管內充滿着原生質。纖維着生在棉籽处的直徑稍大，中段的直徑保持着近似固定大小，纖維末端的直徑又變小，形成了尖端。在軋棉及以后的纖維加工过程中，此尖端常被折斷。

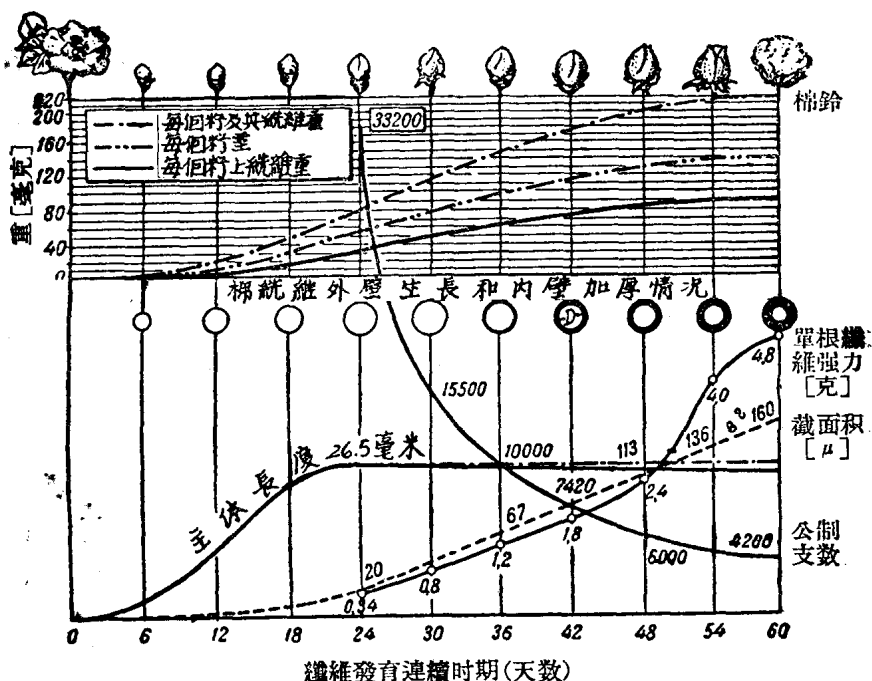


圖 68 棉纖維的發育过程圖解

繼續在生長的纖維的橫截面為圓形；纖維的直徑在這時期內是不隨生長而改變的。在向長度方面生長的全部時期內，纖維壁始終很薄。纖維壁由外膜（角質層）所組成，外膜則包含連續狀的纖維質，即纖維素和相當量的脂肪和蠟質混合物，因而染色處理時例如用易染纖維素的氯化鋅碘溶液，就不易上色。纖維壁只在第一發育時期終了時（開花後第15~18天）時）才開始加厚，這是由於原生質組成的纖維素聚積在纖維腔道的內壁所致。

纖維第一發育时期終了时,纖維壁的厚度仅达 0.5 微米,所以这时纖維的强度很低,如用通常染棉纖維用的染料,很难使之上色,以后纖維虽已長到应有的長度,但因还没有完全成熟,也不适宜于加工。这种

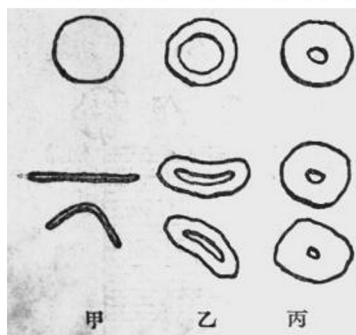


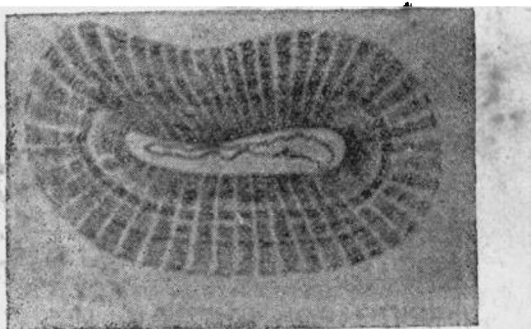
圖 69 棉纖維的橫截面

甲—完全不成熟纖維 乙—不成熟纖維 丙—成熟纖維

沒有完全成熟的纖維隨着較成熟的纖維共同摘下后,一經干涸便會結成帶光的小塊片,軋棉時很難排除;與成熟纖維混合后則會大大地降低棉花的品質。不成熟纖維的壁干涸以后就會縮小(圖 69)而變成扁平帶狀,有些區段則呈皺紋而彎曲。

纖維是在第二發育时期內成熟的,而第二發育时期是在纖維向長度方面的生長停止以后开始的。纖維的成熟度可

從纖維素層聚積在纖維壁內而使纖維壁逐日加厚的情况來表明。由於纖維壁的密度不均勻,所以纖維橫截面內的纖維素層形成了類似樹木年輪的年輪狀(圖 70)。區別之處在於樹木生長年輪是每年由樹木中心向外圍生長,而纖維年輪是每天由纖維的內壁向纖維中心生長。生長年輪中的纖維素不是完全均勻地聚積的,而是形成了對纖維中心成傾斜形的緊密螺旋綫(圖 71)。



這種螺旋綫方向是與大 圖 70 排列在棉纖維橫截面內的生長年輪多數纖維素大分子的定向性相符合的。螺旋綫對纖維中心的傾斜角度是 0~50 度(平均等於 30~40 度)。但傾斜方向是定期改變的,即纖維

全長內某段螺旋綫自下而上向右傾斜，其他段螺旋綫則自下而上向左傾斜。具有一定傾斜度的螺旋綫段的平均長度約為 0.15~0.2 毫米。一根纖維橫截面內的螺旋綫數量可達 2000。

纖維素的逐日聚積使纖維壁逐漸加厚，因而纖維內腔道（管道）的直徑就逐漸縮小了，但繼續在生長的纖維的外圍直徑則始終不變。所

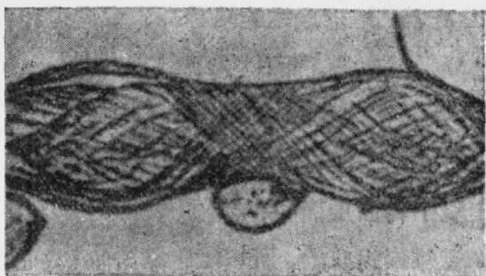


圖 71 棉纖維壁的螺旋結構

以新鮮纖維的外圍直徑對管道寬度之比，可以當作纖維的成熟度指標。例如完全沒有成熟纖維的這種比值平均為 1.05 時，則正常完全成熟纖維的比值將為 1.8~2.8，而在某些情況下，過成熟纖維的不正常厚度可以大到 5（成熟度極限）。

隨着纖維壁厚度的增加，纖維單位長度的重量也增加了，但完全成熟纖維的公制支數（隨棉花品種而異）卻會反比例的從數十萬減小到 4500~8000。纖維的強度也是逐日增加的，最初僅為百分之幾克，但增加迅速，隨即逐漸緩慢，及至纖維成熟時可達 5~6 克或 6 克以上。纖維斷裂時的伸長度、斷裂纖維所需的功和纖維的破壞應力，同樣地均在增長着。整個發育期內，纖維在長度、橫截面積、支數和強度方面的變動情況，如圖 68 所示。

管道內的原生質數量隨着纖維的成熟程度而減少。如前所述，在第二發育時期中，纖維壁因干涸而收縮，纖維的截面變成橢圓形（圖 69），所以干涸纖維的可見直徑超過了繼續在生長纖維的直徑。但是纖維壁成長愈厚，這種超過程度就比較小。繼續在生長纖維的直徑並不變動的情況下，其可見直徑是隨纖維成熟度而顯著地縮小的。由於纖維壁具有螺旋綫結構，所以纖維壁在干涸時不是在一个平面內收縮，而是沿

着螺旋表面收縮的。这样干涸纖維变成了螺旋狀的扭曲帶狀，扭曲的方向則随纖維壁中螺旋綫的傾斜方向和傾斜角度的改变而变化的（圖 71 及 72）。棉纖維的这种扭曲程度叫做轉曲度，纖維愈成熟，所具的轉曲数就愈多，而且轉曲度也愈明显。每一厘米長的成熟纖維，約有 50~80 个或較多的轉曲度。

在第二發育时期中，纖維的長度不再增長，并且由于纖維的干涸和出現了轉曲度而略有減短（減短 1~1.5 毫米）。因为纖維壁几乎是由純粹纖維素組成的，所以纖維壁所含物質中的纖維素部分是会随着纖維

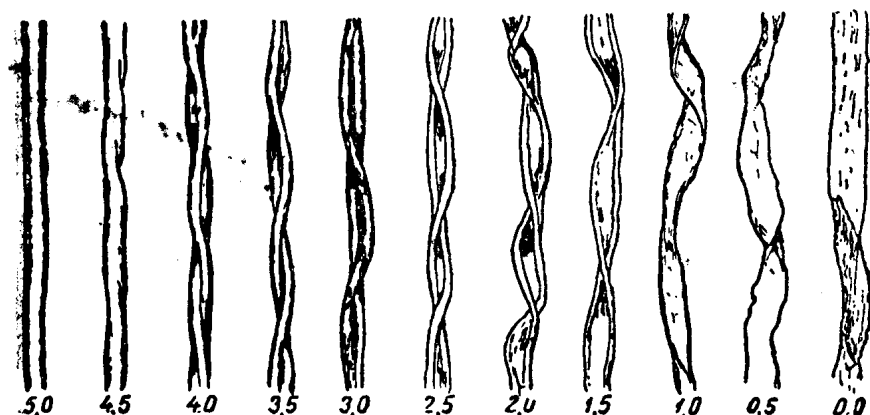


圖 72 不同成熟度纖維的形狀

的成熟程度而迅速增加的。若纖維在第一生長时期終了时仅含纖維素 40~50%，到了纖維成熟以后，所含的纖維素部分就能增加到等于纖維干燥重量的 93~95%。可知成熟棉纖維就是一种含有最純粹纖維素的天然原料。由于纖維壁的加厚及其所含纖維素的增加，成熟纖維就能逐漸具备正常成熟纖維所固有的一切物理化学性質。大多数纖維成熟的时候就是棉鈴正常干涸而开裂的时候，此时帶有纖維的棉籽就从棉鈴的开裂鈴壳中間向外吐出来了。干涸的纖維形成了扭曲帶狀。

必須指出，同一棵棉株、同一个棉鈴、甚至同一粒棉籽上所長的所

有纖維，并不是按相同速度成熟的。实验証明：靠近棉株主莖所生棉鈴中的纖維，靠近果实点所生棉鈴棉籽上的纖維以及生長在棉籽圓端上的纖維都成熟得較早。

棉籽和纖維是同时發育、同时成熟的。开花以后的整个生长期內，棉籽的重量开始时增長很快，以后就要慢一些；并且棉籽全部重量中的皮壳部分重量逐漸減輕，而棉籽仁部分的重量是逐漸增加的。棉籽仁內的含油量最初也不大（开花后第 25 天时的含量是 1.5~2%），以后逐漸增加，及至成熟时可达 19~22%。棉籽成熟的时候也就是棉鈴正常裂开的时候。

必須指出，棉籽表面上除長着正常的棉纖維以外，許多品种的棉籽上还生長着較短的纖維——短絨，及很短的纖維——絨毛。

纖維和棉籽的重量是在棉鈴的成熟过程中逐漸增長的，从而使籽棉的干燥重量也能随着增加（圖 68）。在棉鈴的整个發育期內，籽棉的重量一直在增長着，只有到了棉鈴的成熟后期，这种增長速度才慢下去，因为在纖維的第一發育时期內，纖維壁始終很薄，所以纖維重量对籽棉总重量（在第一發育时期內从棉鈴中取出的籽棉）之比仍是很小的（例如开花后第 25 天时仅占 8%）。进入第二發育时期以后，纖維在籽棉重量中的比重开始迅速增長，以后逐漸緩慢，及至成熟时，纖維的重量約占籽棉重量的 30~45%，其余是棉籽的重量。纖維重量对籽棉重量之比，用百分率表示的数值叫做衣分（纖維出產率）。衣分的大小随棉花品种和生長条件而异，并且是鉴定某个棉花品种的一种重要經濟条件。

棉花的植物分类

大家知道，按植物分类，棉花共有四十余种，各因下列条件而有区别：所产纖維的数量和品質、生長期的延續時間、棉株及其各个部分的