

# 棉花译丛

第五輯

## 棉花生理

复旦大学植物生理教研组  
中国科学院植物生理研究所 編  
上海师范学院植物生理教研组

上海市科学技术編譯館

# 棉花译丛

第五辑

## 棉花生理

复旦大学植物生理教研组  
中国科学院植物生理研究所 编  
上海师范学院植物生理教研组

\*

上海市科学技术翻译馆出版

(上海南昌路59号)

新华书店上海发行所发行 各地新华书店经售

上海市印刷六厂印刷

\*

开本 787×1092 1/16 印张 7 字数 200,000

1963年8月第1版 1964年8月第2次印刷

印数 1,601—4,600

编 号：7001·124

定 价：1.00 元

## 前 言

大家知道,植物生长发育形态建成的表现,必然与植物体内的生理活动、物质代谢有着紧密的联系,因而如何促使植物生长发育良好,还需从植物的生理活动规律去求得解答。这一辑“棉花生理”或许在这方面可以起应有的作用。本辑的选题内容范围较为广泛,从水分生理,矿质营养到物质代谢,从种子萌发到棉纤维的形成等问题都有涉及。其中不少文章为棉花生产实践提供了理论根据,从而有利于棉花产量的提高。

“棉花的生理”是一篇评论性文章,作者综述了所有棉花中较为重要的生理问题,从这篇文章中可以给我们一个棉花生理的概貌。文章中所论述的内容,很多是可以作为我们生产上参考的。例如棉株结构——营养枝,果枝,果节,蕾,铃——生长发育的基本特点;氧和温度对棉籽发芽的重要性;不同棉花品种需水量的不同;灌溉与生长及结实间的关系;矿质营养元素 P, K, Ca, B 在增产中的作用等。此外还综述了蕾铃脱落的原因;指出了使用脱叶剂在机械收获和减少烂铃中的作用;探讨了密度与棉株生长、结铃及纤维性状的关系等。

在水分生理的选题中,“供水对棉花叶子和种子中生化转化的影响”及“土壤水分状况对棉花结实的影响”二文可以作为我国棉花生产进行灌溉时的参考。在“某些因素对棉叶吸水力的影响的鉴定”和“叶子的细胞液浓度是棉花水分状况的生理指标”二文中,主要阐明了作为灌溉田生理指标的叶子吸水力和叶子细胞液浓度要受到许多外界因子的影响,因此可以使人了解利用这些指标时所应注意的问题。

有关矿质营养方面,鉴于过去几辑中较多地选译了关于氮,磷营养的文章,故本辑中介绍几篇关于锌,钠,钙等矿质离子对棉花生长、发育及产量的影响的文章。这些文章很值得我们注意,在氮,磷,钾基本满足的基础上,正确施用这些元素是进一步提高棉花产量和品质的有效途径。

植物对无机和有机物质的吸收、传导和累积的知识,对如何更有效地利用矿质营养元素、农药等,具有很大的参考价值。本辑中“菸酸对磷进入棉花的影响”和“棉花在水培和砂培中累积 Phosphate”二篇文章提供了这种需要。

“不断摘除花蕾对棉株生长的若干影响”一文指出摘除花蕾可以调节营养生长和生殖生长的关系,同时这种关系还反映在植物体内糖代谢和氮代谢的变化上。这些事实说明通过合理整枝,调节营养与生殖器官间生长的相互关系,是可以作为提高棉花产量的手段的。

探讨棉株体内物质代谢的特点,并与环境条件、品种类型及生长发育相联系的规律,无疑为棉花的生产实践问题提供了许多理论基础。本辑中“棉花中碳水化合物代谢与氮营养的相互关系”,“各种类型棉花的某些生物化学指标的变化与光照条件的关系”及“论棉花生理过程的某些特点”等文章是属于这方面的。

棉花的产量和品质都与棉纤维的质量有关。“棉纤维的细胞壁增厚和抗张强度的研究”一文报导了不同气候条件和不同发育时期对棉纤维细胞壁增厚的影响;“棉纤维素的聚合程度的改变与日照的关系”一文则研究了光照对于棉纤维的机械性能的影响。从这些研究结果所指出的事实,为如何提高棉纤维质量提供了可能的途径,这是值得我们注意和参考的。

本辑中所选译的“棉花对杀配子剂的反应机制和逆转”及“未成熟棉胚的体外培养”是两篇很有兴趣的文章,特别为遗传育种指出了新的研究方法。前文报导了利用化学药剂诱发棉花的不开裂花药可以作为得到杂交种子的方法,并且可以了解棉花自然发生变态中的机制。后文报导了未成熟棉胚体外培养成功的方法和条件,从而为种间杂种胚的正常成熟提供了有效的方法。遗传育种工作者应该重视这些成就并加以试用。

此外“棉花的脱氧核糖核酸”一文探讨了种和 DNA 成分之间的关系,虽然还不能得出任何结论,但这是应引起进一步注意的问题。在“发芽棉籽中脂肪的利用和成分”一文中阐述了棉籽中脂肪代谢与棉苗萌发和生长的相互关系,从而为如何促进棉苗生长指引了可能的途径。

上面简单介绍了本辑选题的主要内容,以供读者阅读时的参考,但有些提法只是个人的一管之见,希望读者不要被这些管见所束缚,而根据自己的工作条件和需要去明确理解。

薛应龙 1963年7月。

# 目 录

▲1. 棉花的生理 .....	1
▲2. 供水对棉花叶子和种子中生化转化的影响 .....	15
▲3. 土壤水分状况对棉花结实的影响 .....	18
▲4. 某些因素对棉叶吸水力的影响的鉴定 .....	22
▲5. 叶子的细胞液浓度是棉花水分状况的生理指标 .....	24
6. 营养盐液浸种的效应 棉籽在硫酸锌溶液中对锌的吸收及其对生长和产量的影响 .....	27
7. 温室溶液培养中钠对棉叶的阳离子含量和结铃的影响 .....	29
8. 砂培条件下阴离子对棉花的影响 .....	33
9. 钙处理对棉籽质量的影响 .....	37
10. 菸酸对磷进入棉花的影响 .....	40
11. 嫁接棉株中放射性磷的进入和移动 .....	43
12. 棉花在水培和沙培中累积 Phorate .....	45
▷13. 高温和低温对棉花光合作用的后效 .....	49
14. 细绒棉光合作用的次生产物 .....	51
▲15. 棉花中碳水化合物代谢与氮营养的相互关系 .....	53
▷16. 不断摘除花蕾对棉株生长的若干影响 .....	56
17. 棉花通过发育阶段时可溶性碳水化合物与游离氨基酸的动态 .....	63
▷18. 各种类型棉花的某些生物化学指标的变化与光照条件的关系 .....	68
▷19. 论棉花生理过程的某些特点 .....	72
20. 陆地棉开花吐絮的栽培学研究 第4次报告 棉纤维的细胞壁增厚和抗张强度的研究 .....	73
21. 棉纤维素的聚合程度的改变与日照的关系 .....	77
22. 异生长素对棉花生理过程的影响 .....	78
23. 赤霉素对棉花的若干影响 .....	79
24. 棉花对杀配子剂的反应机制和逆转 .....	85
25. 棉花的脱氧核糖核酸 .....	91
26. 发芽棉籽中脂肪的利用和成分 .....	96
27. 未成熟棉胚的体外培养 .....	103

# 1. 棉花的生理

Eaton, F. M.

*Ann. Rev. Plant Physiol.*, 6:299 (1955)

## 引 言

棉花生理有其独特之点，因为棉株有枝条发育的两向性、无限生长习性以及幼蕾幼铃的脱落。环境条件不同可以影响棉株，从而产生营养枝或者果枝；两者在美国南部的陆地棉方面出现不同的比例。通常棉株主茎下部第6~9节产生1个或几个营养枝，再往上即出现果枝；大约每隔3天可以出现一个新果枝，果枝上每出现一个新的带花芽节位约需6天左右。植株的开花就是这样递进的，随着植株的成长，有一个时期，开花进行得更快。开花和结铃连续进行几星期以后，植株的生长和花朵的产生即停顿，甚至停止。并且，不少花蕾，但非大多数，在开花以前即败育。美国陆地棉(*Gossypium hirsutum* L.)的开花结实特性属于中间日照型；但有些属于短日照的棉花在日照长的情况下只发育营养枝。中间日照的棉花，如果没有适宜的较高温度，也会象短日照棉花在日照长的情况下那样只产生营养枝。

## 棉株的结构和发育

下面是关于美国陆地棉中一般类型的生长习性的摘要，广泛地引用了Cook和Meade<sup>[1]</sup>，Cook<sup>[2,3]</sup>，Hayward<sup>[4]</sup>以及Gore<sup>[5]</sup>等人的研究成果。棉株主茎有一个无限生长的生长点，叶片在茎上的着生呈3/8式的螺旋形排列。每一片叶子的基部形成两个幼芽，腋芽发育成营养枝；在腋芽左侧或右侧的副腋芽发育成果枝。

营养枝的构造象主茎，也可以取代主茎。营养枝除在主茎上生出以外，还可从营养枝或果枝上的任何一个腋芽发育为营养枝。稀植比密植时发育较多的营养枝，湿润的条件下<sup>[6]</sup>比干燥的条件下要多生营养枝。系统地去除花芽，棉株会产生大量的营养枝，打顶芽及部分去叶能刺激营养枝的发育。用黑色的罩把顶部的几个节及叶片遮盖起来，亦能刺激营养枝发育<sup>[6]</sup>。当夜晚寒凉白昼缺乏高温时<sup>[7]</sup>，棉枝发展营养枝而只有少数发育不完全的果枝。短日照的棉花处在长日照条件下，也有这种反应。

营养枝与果枝在结构上的分化以及陆地棉对于低温和短日照棉花对于长日照的反应等现象，使作者认为果枝与花序是同型的。在其他植物中，分枝的两向发展颇为少见<sup>[2]</sup>，但在许多植物种内由副腋芽发育成花或花序，则并非罕见的事。

当果枝从主茎或从营养枝生长出来时，其顶部是产生下一花蕾及新枝延伸的分生组织。首先是花蕾发育，而后被新枝推挤在一旁，使处于几乎在叶柄对方的位置。新枝的出现也呈一角度。Cook和Meade<sup>[1]</sup>虽曾提出过某些理由来说明棉株的果枝并不是真正合轴式的(参阅Hayward的论证)，但因为呈连续曲折的形状，所以也就被定名为合轴式。陆地棉的最下部果枝普通着生在主茎的第7~10节，但在某些实例中<sup>[1]</sup>，也看到它低在第3节或第4节开始生长。

棉株的生长发育，从播种到第一果枝出现第一个花蕾，通常为5星期或8星期，随温度而异，而短日照棉花在长日照情况下这一时期还要长些。在一组观察中<sup>[8]</sup>，4月2日在塔克斯斯州播种的棉花，58天以后现第一个花蕾，而7月24日或8月15日播种的在19天后就现了花蕾。陆地棉从现蕾到开花约需23天，埃及棉却需30天。根据气候条件和品种的不同，从开花到棉铃发育成熟又需40~60天或更长的时间。从播种到棉铃吐絮一般不少于4个月。在日平均温度上升并可能同时有蒸腾率提高的情况下，曾观察到结铃期显著缩短，每铃籽粒数减少，种子重量和衣指降低。根据一些分散的资料，当日平均温度增高10°F时，每铃籽棉重量可减少15%以上。Ludwig<sup>[9]</sup>曾综合报道大量有关蕾铃期以及影响蕾铃期生长条件的文献。

Reeves和Beasley<sup>[10]</sup>的研究指出，棉种子受精18天以后，幼胚的干重可达3毫克，此时已经含有油分、淀粉、戊聚糖、棉籽毒素和蛋白质；但未能证实含有葡萄糖。根据很多研究结果证实(参阅文献11)，在开花后第一个15~20天中，棉纤维细胞可伸长到最后长度，这时纤维细胞被薄的初生胞壁包围着。二次加厚时期内，纤维素在初生胞壁的内面继

續淀積，直至棉鈴的干物重不再增加為止，此期內纖維的中腔容積大為縮小。棉鈴的干物重在開花後最初五、六天內增加得緩慢，以後直線增加<sup>[6]</sup>，但較一般平均增重更快的時期則集中在第 15 天左右。據在亞利桑那州研究愛字棉 (Acala) 的報告中說，棉鈴在 15 天內可達到最後的直徑；這些棉鈴約在 38 天時停止增重，在 45 天時吐絮。

## 發芽和幼苗生長

▲棉花種子的發芽，比其他很多作物更適宜於較多的氧氣以及較高的濕度和溫度。對於鈣的需要量也相當高。在很早以前，埃及農民就懂得在灌溉渠的南面面向陽處用鋤挖穴播種棉花并在上面復蓋沙土。

Hutchins<sup>[12]</sup> 證明：棉種子發芽要比玉米、小麥和水稻需要更多的氧氣。這項發現似屬合理；曾發現棉籽仁比玉米粒的含油率多 8 倍；含蛋白質率多 5 倍。因為要把這些物質轉變為不穩定的化合物時需要氧氣，所以，當種子發芽出土前遇雨使土壤板結而阻礙通氣時，常需要重新播種。

▲棉種子的子葉所占體積較大，需吸收大量的水分，以備將來進行光合作用之用。Stiles<sup>[13]</sup> 證明，棉花幼胚（不包括子葉）在吸水 96 小時後的含水量（約 1,100%）幾乎同玉米的幼胚相等。因此，在很多棉花播種機上裝有橡皮鎮壓輪，使種子與溝底濕土緊密接觸，利於吸水，但需在種子上面復蓋松土。

在同一個地方，棉花播種常比玉米晚一個月或更長些，通常是測定 8 吋深處的地溫來保證棉花順利發芽的。Arndt<sup>[14]</sup> 研究了棉花胚軸及根的生長與溫度的關係，並以其結果與關於小麥、玉米幼苗的文獻進行了比較。棉花的適宜溫度為 33~36°C，而玉米及小麥分別為 32° 及 20~25°C；棉花、玉米及小麥所需最低溫度相應為 18°、12° 及 10°C。他把發芽的棉種子放在盛有礦質營養液瓊脂的大試管中，使在黑暗中生長。初生根和胚軸在 33°C 時生長最迅速，而 36°C 時的結果與此極相近。當溫度為 30°C 以上時，次生側根在第 4 天出現。當溫度為 24~33°C 時，在最初 7 天內呼吸對有機物質的消耗情況比較一致；但在 33°C 時其消耗顯著增加。棉花種子在 14°C 或者 40°C 時不能發芽，這和 Camp 和 Walker<sup>[15]</sup> 獲得的結果相符。在田間，正在發芽的種子及其胚軸特別容易感染真菌病，所以幼苗的迅速生長就更顯得需要了。

Presley 和 Leonard<sup>[16]</sup> 曾經發現，陸地棉幼苗對於缺鈣的反應比對其他參加比較的 8 種作物更為敏感。蒸餾水、碳酸氫鈉水以及含鎂、鉀和鈉的鹽類單獨應用時，胚根都受到損害。

種子發芽後，由於胚軸的延長，子葉長出土壤表面。子葉出土後，面積增加到兩倍，并在第一片真葉發育和增大到子葉的面積前的 10 天或 12 天內合成新的碳水化合物。<sup>4</sup> 在棉苗的生長早期，頂芽開始向上伸長以前，初生幼根可長到地表下 20 厘米處或更深些，並有許多側根已經形成。Crowther<sup>[17]</sup> 報導在蘇丹種植的埃及棉的子葉（出土後 3 天及播種後 7 天）含氮量與最後產量的顯著相關性時，指出了這些早生幼根累積氮素的活動。在這個年份間的相關中，與其說是代表了種子含氮量，毋寧說是土壤含氮量更恰當些。

## 水分的關係

需水量與葉片溫度 Briggs 和 Shantz<sup>[18]</sup> 在科羅拉多州阿克隆測得陸地棉的平均需水量為 568（所吸收水分與收穫干物的比率）；這一數值大大高於玉米的需水量（350）而大大低於苜蓿（844）。在亞利桑那州較為干旱的條件下，King<sup>[19]</sup> 採用田間取土樣測量的方法，從兩個給水處理中測得比馬 (Pima) 埃及棉的平均需水量為 874。Eaton 和 Belden<sup>[20]</sup> 採用 Briggs 和 Shantz 的設備和繼以植株大量曝曬的方法，在亞利桑那州薩克通測得愛字棉（陸地棉）和比馬棉（埃及棉）的需水量分別為 891 和 1,042。Hawkins<sup>[21]</sup> 還證明：在亞利桑那州，比馬棉的葉子比愛字棉含水較少，在白天較易發干；兩者的差異在早晨為 2% 多些，到傍晚變為 5%。

比馬棉的鮮葉片溫度<sup>[20]</sup> 比愛字棉低，這說明前者的蒸騰率較高；測定 10 組樣品的平均值差異為 2.4°C。愛字棉在三個夏季平均每日最高溫在 100°F (37.7°C) 以下時的平均產量，比溫度平均在 100°F 以上的另外三個夏季的產量高 40%，這可能與它的葉片溫度較高有關。比馬棉的產量與氣溫之間沒有明顯的關係。當鮮葉片溫度比氣溫低 3.5°C 時，棉株萎凋葉片（蒸騰率比鮮葉片低 10%）的溫度却比氣溫高 2°C。Balls 在埃及<sup>[22]</sup> 也發現埃及棉鮮葉片與萎凋葉片的溫度相差 5°C。Berkley 等<sup>[23]</sup> 觀察到棉花幼株在曝曬 30 分鐘時的致死溫度：濕度高時為 52°C，濕度低時為 59°C。在可以殺死胚軸的溫度下，子葉仍能殘存，這一事實進一步證明了蒸騰率對組織溫度的影響。

以不使生长枝条的比馬埃及棉的20~82天的主莖叶片作研究材料, Eaton [24] 于1927年測得: 随着叶片年齡的增长, 細胞液濃度增加而蒸騰率减低(从叶温測得)。但不足20天的叶子, 其細胞液濃度和蒸騰率均低。脫叶后的22天时, 脫叶植株生成了9.9片新頂叶, 未脫叶植株仅生成了5.9片。脫叶植株的新叶片比未脫叶者大三倍多。在有关再生长的討論中, 曾經考虑到脫叶后将使水分張力减小, 且有可能把抑制生长的物质从老叶运输到嫩叶中去。

**根的发育、生长和結实性** Eaton [25] 在亚利桑那州薩克通地方曾經測量了水分供应与陆地棉各部分生长分配的关系。将棉花置于 Briggs 和 Shantz 式的需水量測筒中, 一种經常保持鮮膨, 另一种在每次加水前使其萎蔫。在生长季末, 两种处理植株的干重分配占总干重的百分率为: 叶和莖在湿润株为37%, 而干旱株为39%; 蕾和鈴在湿润株及干旱株均为49%; 根部干重在湿润株为14%, 而干旱株为12%。两种植株的总干重是: 湿润株541克, 干旱株为326克。从以上資料难以作出結論說: 缺乏水分供应时对于植株的相对結实性(每单位重量营养体的結鈴数)或对于刺激根系发育有显著的影响。換言之, 水分供应不能夠改变各部分生长的分配。

King [19] 綜述了有关水分供应与棉鈴脫落的早期文獻。他在亚利桑那州的埃及棉灌溉試驗区内发现, 灌溉次数减少时落鈴率較小, 但产量也减低。根系几乎长到了土壤內的11呎深处。Beckett 和 Dunshee [26] 在加利福尼亚州夏夫特观察到, 爱字棉落鈴率实际上不受灌溉次数的影响。当耗水量为39、25及23噸时时, 所获得的每噸籽棉估产量为3,100、2,300及1,810磅。后来 Adams, Veihmeyer 和 Brown 等 [27] 发现, 加强灌溉时只增加棉株的营养生长, 但不能增加产量。在这几次后期研究中, 圣华金河(San Joaquin)流域已受到盲椿象(Lygus Bugs)的严重为害, 損伤花蕾及幼鈴, 无法防治。这种害虫是从旱地迁移到灌溉地来的, 这些研究中增加水分而不增产的原因可能就在于此。

棉株可能发生严重的萎蔫, 可是經降雨或灌溉一次后又能恢复正常。萎蔫的时间常被用来作为灌水的指标。有时虽然棉株不萎蔫, 也可以看到生长显著减弱的情况。Eaton 和 Ergle [28] 在加利福尼亚州夏夫特地方种植爱字棉和斯字棉, 一种方式是在棉花行两侧每星期灌水一次, 另一种是仅在棉行

的一側每两星期灌水一次。后一种灌水方式的植株虽然不萎蔫, 但在傍晚时光反应减弱。由于受水分供应的限制, 爱字棉和斯字棉的莖、叶鮮重分别减低53%和50%, 結鈴数分别减少44%和46%; 在缺乏水分供应的情况下, 两品种的相对結实性分别增加20%和4%, 但是棉鈴較小。下一年在較輕质的土壤上用另外一个品种又进行了相似的試驗, 結果植株萎蔫, 莖、叶重量也同样减少了約50%。由于晚夏的干旱通常正值落鈴的严重时期, 因而公认, 干旱可以引起棉鈴发生超乎正常比例的脫落。

Anderson 和 Kerr [29] 发现, 棉株遇到严重萎蔫后, 并不能抑制幼鈴的长大, 但在棉鈴細胞达到成形以后(約在纖維細胞第二次加厚始期), 如果不受到土壤低水分的限制, 就在白昼发生皺縮現象而夜晚恢复。

**因根层低温而反应的萎蔫和蒸騰** Arndt [30] 进一步阐明了棉株根系温度与吸取水分的明显关系。在有些实验中, 当培养液的温度降低到18.5°C时, 由于某些影响蒸騰率的因素的作用, 棉株发生明显的萎蔫; 当根层温度为20°C及21°C和在另外一些实验中当湿度高而根层温度低到10°C时, 由于蒸騰加强, 植株也发生萎蔫。Arndt 曾經提示, 細胞原生质粘度的增加是根系水分运动大大减低的原因之一; 他并且观察到向日葵在低温发生萎蔫的关系上有与棉花很相似的情况。Kramer [31] 也曾发现, 当土壤温度从12°C增加到15°C时, 棉株的蒸騰率增加約两倍。和其它一些作物的土壤温度与蒸騰的关系曲线較为呈现直綫型的情况相反, 棉花的这一关系曲线呈剧烈的S形弯曲。在夜间寒冷为特征的一些地区, 幼嫩的棉株在早晨发生萎蔫, 有时使棉农引起重新播种的顾虑。

**水分与碳水化合物的累积** Eaton 和 Ergle [32] 在研究中观察到, 干旱可引起棉叶內的己糖显著增加, 对于蔗糖有不定而很小的影响, 淀粉含量則急剧降低。在另一方面, 干旱却常能从中等程度到大量地增加棉株莖部及根部的己糖、蔗糖以及淀粉的含量。似乎可以証明, 水分缺乏并不能阻滯其运输。干旱持久时, 按棉株的莖、叶及大根的含量計算, 大根碳水化合物的总量要增加一倍。所以, 看来干旱对棉株利用碳水化合物的抑制, 更甚于对光合作用的抑制。文獻指出, 这种情况在其他作物方面是不常有的。但是在 Dunlap [33] 的早期資料中, 所得結論与上述并不完全一致; 他对各种碳水化合物未予区別。

## 盐分和水分的關係

Wadleigh 和 Gauch<sup>[84]</sup> 认为根层物质的渗透力和土壤干燥所引起的土壤水分張力一样,都会限制水分的吸收,他們把根层盐质渗透压加上土壤水分張力,其和作为完全的“土壤水分应力”,以大气压为单位,发现当总力接近于 15 大气压时,棉叶停止增长,但此时水分仍供应蒸騰之需;他們沒有提到萎蕩。

Eaton<sup>[85]</sup> 用棉花和其它五种作物在露天进行大規模的砂培研究,分別給以氯化盐和硫酸盐(两者各用鈉 50%);所得籽棉产量:施用 100 毫当量/升氯化盐(50 与 150 毫当量/升处理的平均)时减产 39%,施用 200 毫当量/升硫酸盐(150 与 250 毫当量/升处理的平均)时减产 43%。在該試驗內,籽棉干重与叶、莖和根的干重的比率为 0.43,而在对照的营养液培养中,两种氯化盐溶液处理的平均值为 0.46,两种硫酸盐溶液处理的平均值为 0.59。这些数据指出,根层盐分虽然引起显著的减产,但相对結实性可稍有增加。后文将要提到,無論在强光照和弱光照情况下,硝酸盐濃度高(64 毫当量/升)阻碍生长时,也能增加相对結实性。

根层施用 150 毫当量/升氯化盐时,可以使棉叶榨出液內氯化物濃度由对照处理的 18 毫当量/升增加到 78 毫当量/升。施用 250 毫当量/升的硫酸盐时,可使叶榨出液的总硫量(按  $\text{SO}_4$  計算)由对照的 183 增加到 439 毫当量/升。随着上述离子的增加,榨出液的渗透濃度也增加;它們与根层濃度的增加有一致的趋势。某些根层存有盐分的植物,其叶液內濃度的增加超过根层濃度的增加,而在其他情况下低于根层濃度的增加<sup>[85, 86]</sup>。对于一切植物来说,根层从不含盐到不同盐分水平之中,其平均渗透压差約为 11 大气压。作者曾經认为,在叶液和根层的濃度相等,也就是說叶液和根层的渗透压差保持不变时,土壤盐分对于水分之被吸取并运送到叶子去的淨效应等于零。即使如此,如果用水(其盐分低于因干燥而容量减少的土壤溶液)进行灌溉而降低了土壤的水分張力和土壤溶液的濃度,叶子的渗透压差必然有立即上升。除非叶片已經充分膨脹时,渗透压差的上升将反映为膨脹程度的增加,后者轉而反映为叶片的延伸。这就是 Gauch 和 Wadleigh 所发现的情况。棉花象其他植物一样,当从較稀的盐或糖溶液轉到較高濃度时可能发生严重的萎蕩,这种情况有时是不可逆的。但是采用逐日少量

增加而漸緩地达到同样的最后根层濃度的办法,使叶片有累积盐分的机会,植物能繼續生长而不萎蕩;这一事实証明,所涉及的不仅是根层的濃度,而还有渗透压差。植物組織內累积額外的盐分使位差扩散压的不足有所增加,这必然加重盐分和有机化合物的正常累积以及蒸騰所造成的同一影响。叶組織扩散压的不足,通过木质导管的水分張力发生差异而影响根部,并在根系的表层与表现为土壤內渗透压和毛細管压的持水力形成压差。他人曾观察到,在水分供应水平高于蒸騰作用成为微不可察的程度时,也有生长成为微不可察的情况。

在另一次研究中发现<sup>[86]</sup>,棉株生长在一系列氯化盐濃度的砂培中,其切根的溢泌率与溢泌液及根层溶液間的渗透压差成正比。

## 矿质营养

以往曾經做过很多关于棉株在不同环境条件下和各发育阶段中的化学分析。例如,Olson 和 Bledsoe<sup>[87]</sup> 对在乔治亚州几种类型的土壤上生长的陆地棉,在連續的日期中采集样品。棉株在謝西尔(Cecil)砂壤土中生长最好。生长 135 天的棉株的全部地上部分,按干重折成百克的毫当量为:鈣 57,鎂 33,鉀 25,氮 93,磷 26,硫 20(硫的数据是供給量,总磷和总硫按  $\text{PO}_4$  和  $\text{SO}_4$  計算)。候格朗德溶液(Hoagland's Solution  $\times 5$ )含有:鈣 50,鎂 20,鉀 30,氮 75,磷 15 及硫 20。Hoagland 所制就的溶液是以植物的分析为基础的,如果承认分析結果間的变异,似乎可以指出,棉花在一般的矿质营养关系方面,没有什么重要的或独特的性状,但在作物之中,它是属于累积鈣质較多的一种。

上述棉株在头 90 天內增获的矿质元素要比干重的增加快得多,但是在主要生长期的头 15 天內(90~105 天时)生长与矿质元素的累积情况相似。此期內棉株干重增长到最后总干重的 38%,鈣增长到最后总量的 36%,鎂达 53%,鉀达 38%,氮达 41%,磷达其最后总量的 38%。

在矿物质从营养組織移动到生殖組織方面,特別有意义的发现是:生长 135 天的棉株<sup>[87]</sup>,其蕾鈴构成总干重的 65%,且所含矿质元素占全株的百分率为:鈣 24,鎂 49,鉀 44,氮 55,磷为 76%。棉株生长 105~135 天期間,莖和叶內累积的氮的重量淨損失为 13%,磷则为 35%;同时期內莖叶淨增鈣 53%,鎂 2% 及鉀 34%。在其他条件下,从莖和叶內損失而增加到蕾鈴中去的氮的数量可能略大于上



述数字。Armstrong 和 Albert<sup>[38]</sup> 从在克萊姆森进行的两种施肥和两种行株距处理所测定的平均值中,发现从 8 月 5~26 日期間,叶子內的氮从 3.8% 减低到 2.9%,莖枝內的氮从 1.1% 减到 0.7%。目前似乎尚无一致的意見足以說明从叶及莖皮內运送氮到棉鈴去的特定形式;Maskell 和 Mason<sup>[39]</sup> 在广泛的討論中提出,氮的运送涉及各种形态的氮,包括不稳定的蛋白质在內。

Crowther<sup>[40]</sup> 在苏丹种植的棉花中发现大量施氮肥时主莖节数增加最多,大量灌水时植株高度增加最多;因此总結出:氮素在組織分化方面的功用最显著,水分在細胞增大方面的功用最显著。这两种可变因素对于叶子重量的影响是相似的。

Phillis 和 Mason<sup>[41, 42]</sup> 进行了很多試驗以研究代謝物和蒸騰与矿物质的吸取和运送的关系。他們在第一次試驗中,选用仅有成对的大营养枝而没有主莖的棉株,对一半植株的一个营养枝施行莖皮环剝,两星期后比較其磷(当作在韧皮部活动的)和鈣(当作仅在木质部活动的)的累积量。环剝对于植株总重量以及磷和鈣的吸取总量的影响极小,但是能影响根重量和根內磷、鈣的含量减低 20% 左右。在第二个試驗內,用溴作为試剂(前一天下午供給),在环剝并置于露天后的 2 小时內,植株地上部分的溴量不变,但是对照株的根的溴量比环剝株的根高 13%。在第三个試驗內他們指出,全曝光处理的蒸騰率比部分曝光处理經 9 小时增加 10 倍,全曝光植株的含溴量比蔭蔽植株多 38%。Eaton 和 Joham<sup>[43]</sup> 在研究糖分累积与根部矿物质吸取的关系时,发现棉株摘除果实后三星期內,其細根內的糖分濃度为未摘果植株的三倍,整个植株溴量为未摘果株的二倍;摘果影响細根含氮量微有增加,而鉀的增加較显著。

Eaton 和 Rigler<sup>[44]</sup> 用四种硝酸盐施用量供給棉花,無論是結实或摘除花蕾的植株,叶子和根皮內糖类和淀粉的累积量在强光照下比弱光照下多,叶內的总氮量也較多。增加光照强度比摘除花蕾对于氮和碳水化合物的累积有更积极的影响。Wadleigh<sup>[44]</sup> 在中等光照强度下进行研究时发现,在根层增加硝酸盐濃度,可使所有經試植株組織中各种形态的氮連續增加;同时减低淀粉和糊精的濃度。

Mason 和 Maskell<sup>[45]</sup> 在研究授粉对于幼鈴的增重和幼鈴中胚珠和心皮內的氮、磷、鈣的累积的影响时发现,在开花后的头三天內差异很小,但以后未受精鈴的胚珠和心皮的矿物质累积率有所降低,大

致与其生长率的降低成正比。虽然由于受精所引起的差异在胚珠內比在心皮內大,但程度并没有大到足以說明配子配合使矿物质的累积有所改变,以致不同于生长率。在观察开花前后花冠內氮及其他元素的增减时,Phillis 和 Mason<sup>[46]</sup> 发现,所有元素(鈣除外)的濃度在开花的前一天晚上增加而在开花以后减少,总氮和总磷的損失約为 50%。Biddulph 和 Brown<sup>[47]</sup> 发现,花蕾及幼鈴內磷的濃度和累积率随着它們的发育而减少;如开花前 20 天磷的干重濃度約为 1%,开花后 20 天要降低到 0.6%。本文提到的一些作者相信磷酸盐是通过木质部而运输的;这一观点却同棉花发育期間有大量磷由营养組織輸送到棉鈴中去的事实似乎不相两立。

Mason 和 Maskell<sup>[45]</sup> 未能找到关于鈣在韧皮部分活动的証明,所引用的文献中指出,其他植物內有类似的情况,且对植物的根連續供应鈣是一个普遍的需要。在他們的一个表中<sup>[45]</sup>,各种元素在 100 克棉籽干重內的重量相当于它們在叶子內所有重量的百分率为:硅 1,鈣 6,鉄 7,硫 11,鎂 32,鈉 42,鉀 103,氮 157,磷 292。Phillis 和 Mason<sup>[48]</sup> 发现幼嫩棉叶內的鈣少于老叶內的一半。当总鈣量为干重的 2~7% 时,約常有 1% 是不能在热水內溶解的。

Brown 和 Pope<sup>[49]</sup>, Warner<sup>[50]</sup> 以及其他人一致认为,在肥料內增加磷酸盐,对于增加早期开花数及第一次采收棉花的比例有极显著的效果。但是有一个例外情况,即在 Nelson 和 Ware<sup>[51]</sup> 的研究結果中沒有获得同样的效果。Crowther<sup>[52]</sup> 更进一步証明,施用磷酸盐肥料能显著地增大块及棉的棉鈴。Turner<sup>[53]</sup> 未能发现施鉀量与开花数的关系,但是多施鉀肥后能增加叶子的密度,因而也增大棉鈴。

有很丰富的研究資料說明,鈉可以减少为了获得棉花最高产量所需的鉀量;也就是說,用鈉来代替一部鉀是可能的。关于这方面的資料,最近已有評述<sup>[54, 55, 56]</sup>。在密士失必河三角洲地带对施鉀肥沒有产量效果的 20 个地点,Landcaster, Andrews 及 Jones<sup>[55]</sup> 从加施鈉肥和不加施鈉肥处理中,同样获得了平均每畝产籽棉 877 磅的結果;在这些土壤中,代換性鈉为 40~170 磅/畝不等。在南卡罗来納州克萊姆森的謝西尔砂壤土上,Paden<sup>[57]</sup> 用硝酸鈉置換硝酸鈣后,对产量很少增加或者沒有增加。但根据 Cooper 和 Garman<sup>[58]</sup> 的报告,在溶滤严重而矿物质貧乏的諾福克(Norfolk)砂土上,通过这种置

換可以一貫地獲得大量增產；每畝分別增施0、15、45及60磅的 $K_2O$ 時，將鈉置換鈣而增加的籽棉產量分別為215、201、187及182磅/畝。不施鈉的產量為306磅，而每畝施鈉60磅的產量為1,201磅。雖然他們結論認為加入大量鈉後，由於鈉而增產的作用可能消失了，但增產的一致性仍然非常顯著。他們并聯帶指出，由於鈉在植物體中的累積(10毫當量/100克干重左右)，鈣的累積可有同等的降低。在施鈉量為60磅的水平上，鈣對鈉及鈉總和的比例，在不施鈉時為2.01(毫當量/100克)，而施鈉時為1.24；他們認為高鈣是不利的，并提示鈣同鈉的累積幾乎相等時才能導致最高的產量。Wadleigh<sup>[59]</sup>在砂培中，用含有各種比例的鉀、鈣、鎂及鐵的極稀營養液進行處理，棉花幼株生長的情況與上述結論相符。

在散得希爾斯地方<sup>[58]</sup>，曾經發現施鉀對於植株所有地上部分的鈣累積影響很少；但是Phillis和Mason<sup>[44]</sup>却發現，當施鉀量從12.5 p.p.m.增加200 p.p.m.時，海島棉的主莖葉片內鈣和鎂的含量急劇而恒定地下降。Joham<sup>[66]</sup>在用葉柄的組成作為權衡營養供應的指標的研究中，得到了葉柄內鈣和鎂的累積與鉀的累積呈負相關的結果。葉柄內所含磷與根層的氮也呈負相關。葉柄內鈣、鎂、鉀、硝酸根及磷的含量很好地反映了這些離子在根層的有效程度。

Ergle<sup>[61]</sup>曾經比較缺硫和缺氮對於棉花的影響，結果兩種情況下同樣地引起了褪綠病。在缺硫的情況下可溶性氮有過多的累積，但在缺氮時卻沒有硫化物的額外累積。已觀察到，缺硫的植株下部葉片保持綠色而上部的葉片已變黃，可是缺氮時上部葉片能由下部葉片供給氮來製造葉綠素，這證明解脛硫并不象解脛氮一樣被再利用。以後的一篇論文<sup>[62]</sup>指出，將棉株移植到缺硫的溶液中，老葉把所累積的硫酸鹽態硫的70%轉移到新的生長部分；在缺硫時期內，老葉的有機態硫並沒有減少，顯然它未通過葉柄外運去支援新的生長。所以結論認為，棉花生長期間需要從外界接連不斷地供給硫。雖然已證明<sup>[61]</sup>缺硫棉葉中大部分硫集中在葉綠體內，但對於硫在葉綠素形成方面的作用還沒有線索。Calvin<sup>[63]</sup>認為二硫化物鍵的分裂是將光能轉變為化學能的手段；而Arnon<sup>[64]</sup>所綜述的他人材料證明，主要是核武酸的磷酸鍵能參與了這一反應。在一系列有關硫的論文的最初報告中，Ergle和Eaton<sup>[65]</sup>已就各種形態的硫在棉株各部的分布提出了資料。在

缺硫棉株(經與其他植株比較)的葉或莖內沒有可測定檢出的已糖或蔗糖，而淀粉濃度僅適當減低。糖的不存在被認為是指出了碳以氨基酸的形式或可溶性有機氮化合物的形式而轉移的可能性。從幼小時缺硫的植株到充分供給硫酸鹽而長大的植株中，每百克鮮重的結鈴數保持不變。

多年來已知<sup>[66]</sup>根層缺硼的棉花成熟時結鈴很少。Gauch和Dugger<sup>[67]</sup>的發現指出了它的原因，他們通過番茄和豆科植物證明，蔗糖或其水解產物的轉移依賴於硼的存在。缺硼棉株<sup>[68]</sup>的特征是顯著短的果枝、葉肉有些皺縮和幼鈴不能發育。1930年的試驗結果<sup>[66]</sup>，在砂培中分別施用0、1、5、10、15及25 p.p.m.硼時，按總鮮重與4株的青鈴數計算的相對結實性分別為2.3、5.3、6.7、7.0、7.6及5.1。4株不施硼棉株的鮮重為204克，僅結了3個青鈴；而施10 p.p.m.硼的棉株鮮重為780克，有34個青鈴(另外有3個已經成熟)。已經進一步明確了與干旱和施用不同量的硫、鉍和氮相比，硼對於增加相對結實性所起的影响是如此明顯，硼在碳水化合物轉移中所起的作用也就可以明確了。

Phillis和Mason<sup>[68]</sup>根據一系列的資料，對於棉株內碳水化合物轉移時採用蔗糖形式，提出了強有力的證明。當運達棉鈴時，蔗糖即迅速地轉變為已糖；發育棉鈴中蔗糖極少(在文獻中僅有一個例外)。蔗糖作為硼酯而轉移的可能性不大<sup>[70, p. 141]</sup>，因為在不同植株葉片內的濃度高時，種子和果實內的濃度仍低<sup>[69]</sup>。硼在蒸騰液流中移動的或然性與鈣極相類似。Gauch和Dugger認為細胞壁膜中需含有硼以便蔗糖滲入的論點，為許多有關缺硼研究的文獻提供了合理的闡釋。

Joham<sup>[71]</sup>在砂培研究中發現鉍在棉葉內的累積要比在莖、根或結實體內多得多。它在根層溶液的濃度為25和35 p.p.m.時將有毒害。在不施鉍的培養中，由於生長的結果，在葉內含有鉍3 p.p.m.；而在施用5 p.p.m.的培養中則含鉍316 p.p.m.。在上述結果中，對於棉株是否需鉍量很低或者需要達到某些中間濃度才最合適這個問題，還沒有答案。計算棉鈴重與莖、葉重的比率時，證明棉株的相對結實性并不因施鉍量不同而有所改變。

Brown和Wilson<sup>[72]</sup>在棉株的缺鉍培養中只觀察到有少量花蕾能夠存活，這些少量花蕾在開花後的幼鈴期也要脫落。所以看來對於正常的結實活動，施用某種最低限度的鉍量是必不可少的。Skoog<sup>[73]</sup>曾經發現合成生長激素時需要鉍，這里

有着上述論点的基础。当缺鋅时，棉花表现为植株矮、叶子小并在叶部发生褪綠、卷曲及坏死斑。Gaines<sup>[74]</sup> 在塔克薩斯州用河泥作試驗，把鋅及銅分別加入到磷酸鉛杀虫剂內，两者相应增产 19.7% 及 18.8%。

Ergle 和 Eaton<sup>[75]</sup> 証明，棉叶內所含的有机酸，經常大大超过它在平衡无机碱类和无机酸类的不平衡状态时所需要的数量。在初期将棉花放在侯格朗德溶液內培养一个时期，以后即令繼續生长在很不相同的单盐如硫酸銨加氯化銨与硝酸鈣加硝酸鈉中，棉叶內的有机酸也显示上述情况。在这个試驗以及其他試驗內，苹果酸含量构成有机酸总量的 40% 左右，但在干旱条件下，苹果酸的濃度依靠消耗檸檬酸而增加(可逆的)。把附在棉株上和从棉株摘下的叶片放在黑暗中經過 5 天，有机酸类的呼吸和轉移的进程速度仅相当于糖和淀粉的总和的 11%。

### 无限生长和生长相关性

严格地讲，棉花的生长是无限性的，但在这一概念中生长性能又有不同，从而将某些品种分类为有限性而另外一些品种为无限性。有些品种在早期結实較繁，以后頂芽轉而休眠，果枝的生长和开花率衰退，晚开的花中全部或大多数脱落。有限生长的棉株，当第一个棉鈴吐絮时，通常重新开始生长、开花和結成一批新的果实；而无限生长的品系，却在整个夏季繼續开花，大量地結鈴，但始終不停止結鈴和生长。有限生长的棉花常被列为早熟棉花，无限生长的被列为晚熟棉花，两者中間又有程度上不同的品种。棉花的早熟性表现在現蕾早，蕾期和鈴期短<sup>[76]</sup>；但事实上有限生长的棉花必需是早熟棉花，即令它們結了第二批果实，也可能还有很多晚鈴。

很早以前 Ewing<sup>[77]</sup> 发现，在 7 月末开始摘除棉株所有的花朵，棉株繼續大量开花，而仅摘除半数花朵的棉株，在 9 月分几乎停止开花；后一种处理的棉株开花率和未摘除花朵的棉株开花率相符合。Buie<sup>[78]</sup> 在現花时除去植株所有花朵，結果单株开花数从 14 增加到 21 朵。从棉株上交替地連續去除果枝上的所有花朵<sup>[26, p. 881]</sup> (虽然也增加开花数) 对于棉株的最后高度并无影响，对产量或成鈴数影响很小。Eaton<sup>[79]</sup> 在 7 月 22 日摘除了这天以前所結的全部棉鈴，結果刺激了植株的生长和开花，且在处理后 10 天內結了比未处理棉株更多的棉鈴。在 8 月 22 日的前 7 天又进行了疏果，于 8 月 22 日檢查

时，曾摘果的棉株所結的鈴(显然不至于脱落)比对照棉株多 50% 以上。这篇論文又报告在亚利桑那州棉花开花期間的头 25 天內，从灌溉棉株上摘除所有花朵，結果棉株較大，成熟鈴数增加 20%。在沒有灌溉的条件下，Hamner<sup>[80]</sup> 在开花期的 6 星期內摘除所有花蕾，結果产量沒有损失；Dunnam 等<sup>[81]</sup> 也发现在开花的头 4 个星期內摘除花蕾后，产量上沒有显著差异，但是在长达 9 个星期內摘除花蕾，则对产量有损失。Gains 等<sup>[82]</sup> 在塔克薩斯州的两个試驗站的研究結果中指出，如果不在棉株生长早期用药粉防治薊馬而在后期用药粉防治象鼻虫和棉鈴虫，可使产量稍有增加。在未发表的加利福尼亞州資料中已經証实，在灌溉条件下摘除早期花朵有好处；但在生长后期棉鈴发育需賴 8 月份的雨水时，保留早期花蕾的好处常十分现实。

有些根据可使人相信落蕾趋向的遺傳性差异是有限生长性变异程度的主要原因，而落鈴在这方面涉及的程度較少。Hintz 和 Green<sup>[76]</sup> 比較了 3 个棉花品种并提供了資料(見該文献图 1 和表 1)，指出在显蕾头 10 天內的着蕾数，仅分別相当于开花头 10 天內开花数的 37%、10% 及 38%。Kearney 和 Peebles<sup>[83]</sup> 研究比馬棉 × 爱字棉杂种第三代的蕾鈴脱落率(占总蕾数的%)时，发现开花前与开花后的脱落率呈高度显著的負相关(相关系数为 -0.64)。他們指出：“这是在預期之中的。如果大部分花蕾在开花前已經脱落，显然只剩下少数花蕾在开花后脱落；反之，在达到开花期以后才大量损失花蕾，則意味着在开花前损失的就比較少些。”他們通过杂种的情况指出，杂种第三代的蕾鈴脱落总数与其第二代亲本的脱落有显著相关性，但将蕾和鈴的脱落分別考虑时，則相关性較低。第二代杂种的落蕾率变异范围为 6~82%。Cook<sup>[84]</sup> 曾观察到，某些植株的花蕾败育殆尽，而邻近的植株成熟收获很好，这是棉株中遺傳因子的作用。Hariand<sup>[85]</sup> 也曾指出落蕾习性的遺傳性。McNamara 等<sup>[86]</sup> 联系广泛的有关落鈴的研究資料并注釋說：“关于小蕾的脱落还没有作过連續的研究記載，但从各种情况来看，有多少花朵生出来，就可能有多少花蕾脱落。Loomis<sup>[87]</sup> 发现爱字棉仅有 16% 的花蕾能发育为成熟的棉鈴，而棉鈴較小的比馬棉株有 46% 的花蕾能发育为成熟鈴。由于落鈴很显著，而落蕾时蕾只有几毫米寬而可能未被注意，这是落蕾主要涉及无限生长性中这一論点足以取信的理由之一。有关落鈴的研究很广泛，但在棉花育种家的两个有关落鈴的考察<sup>[77, 87]</sup>

中,因为比較的是很不同的品种,所以沒有說明落鈴与有限生长程度間的关系。

对結实而言的生长相关性,不仅限于棉株地上部分的关系,在根系发育上也同样有反映。作者<sup>[20]</sup>在整个夏季內从爱字棉植株上摘除所有花芽(小蕾),結果使每株产生花芽数从77个增加到313个,使每盆內两株棉花的地上部分和根系干重从541克(包括生殖部分干重216克)增加到825克。摘除花芽后使根系的重量由占原来总重的15%(結实株)增加到30%(摘除花芽株),而摘除花芽株的根系重量三倍于对照株的根系重量。由于根系扩大的結果,仅結两个棉鈴的植株<sup>[28]</sup>比多結实株不容易萎蔫。在上述报告中,Neeley, J. W. 在密士失必河三角洲也观察到具有无限生长的品系比有限生长性的耐旱。显然,无限生长性的品系能从較深的根系分布层获得水分。

虽然有限生长的程度主要是遺傳性的,但也受环境因素的影响。在加利福尼亚州英皮里厄尔河流域的炎热、多光及普通湿度条件下,无限生长性的品系趋于高度的有限生长,而一般不再結第二批果实。在一个曾經在冬季温室遮光及夏季露天条件下重复进行的試驗<sup>[6]</sup>中,弱光照条件下花蕾大量脫落。在强光照和弱光照条件下,莖和叶的重量大致相同,但是,弱光照处理的棉株产生10.7个花朵,其中脫落20%;而在强光照情况下,每株有28.2个花朵,但脫落40%。在强光照处理下,相对結实性提高50%。上述数据是在4种硝酸盐施用量条件下的平均值;在兩項試驗中,硝酸盐施用量較低的棉株表现为有限生长性,当結住一定数量的棉鈴以后,頂芽即趋休眠,繼續結鈴很少。

Loomis<sup>[88]</sup>評述认为:生长相关性可能是对生长物质的单纯竞争的結果;它依赖于生长激素或生长激素抑制物质的形成或活动,或依赖于激素对养料竞争的控制。要把这些影响清楚地区别开来是比较困难的,但正如很多实例所表明的,棉花結实活动的优势似乎不能归因于有效养料的单纯竞争。在发育中的棉鈴中証实生长調节物质(抗生长素)的有无及活动方式,从而解釋棉株的某些生长习性,这是相距很远的。

作者认为,中間日照型的陆地棉在低温条件下和短日照棉花在长日照条件下不开花的現象,不是一个有限生长性的問題,因为在这两种情况下,生长主要限于营养枝的发育。康斯坦丁諾夫在苏联进行的光照研究<sup>[89]</sup>中發現的短日照棉花在人为的短日

照条件下的反应,包括了第一果枝着生的位置有所降低。1922年在加利福尼亚州圣地亚哥曾有过这样一个观察<sup>[7]</sup>,那里的自然条件是白昼温度很少超过80°F,日照为13小时,夜間温度65°F,种植的杜字棉(Durango)生长了很多营养枝,只有很少短的果枝。但在日照同为13小时而夜間温度为95°F时,就只长成果枝。这些結果在Biddulph和Brown的工作中<sup>[47]</sup>明显地得到了証实。他們把来自密士失必州的一个陆地棉品种的种子播种在70°F恒溫的冬季温室中。到三月为止,温度一向比这个高不了几度,这时棉株已經长大,并在生长160天时长出第一朵花。在适当的高温条件下,預期棉花可在播种后55~60天或更短的时间內开花。

### 棉鈴脫落和相对結实性

前文已經談到落鈴和結实性与水分供应的关系。Ewing<sup>[77]</sup>在密士失必州进一步比較了两年的脫落率与土壤水分和蒸发的关系。首先在这些可变因素之間是否确实存在着关系这个問題上,他指出:在几个晚夏的例子中湿度低或蒸发量高时脫落率較大;并注釋說:他提出的“資料不是什么肯定的結論,而主要是指出这个問題的复杂性。”Balls<sup>[90]</sup>观察到当尼罗河漲水使較深的根系层水分饱和,再經灌溉使土壤水分过多时,脫落最严重。Harland<sup>[91]</sup>結論說在霖雨时节前后脫落最重。Lloyd<sup>[92]</sup>在这方面的結論是:“如果在中午前后降雨,由于破坏了花粉,会引起严重的落鈴。”Mason<sup>[93]</sup>也指出,在棉株发育后期,通常是雨水多而阴暗和潮湿天气之后脫落率增加。Dunlap<sup>[33]</sup>的报告中說,每天用喷雾器对开放的花朵噴水两次,仅使脫落率稍有增加。他总结了产生过份脫落的原因是:(1)連續少数几天而不只是一天或两天的萎蔫;(2)多云天气(他将棉株放在不点灯的房間內經過几天);(3)温度在100°F左右或更高时;(4)土壤淹灌,特别是当試驗盆不能排水时。他列出了比其他四个品种“对不利的光照变化条件反应較不敏感”的六个品种。针对Harland的資料,Ewing說:“事实上,在脫落曲綫和所列其他两条曲綫的逐日变化中,看不出有多大关系。”

从前文中可以看到,在开花后期,即使在控制較好的温室中或某些环境条件均匀且灌溉頻繁的(美国)田間,但仍然发生波浪形的严重脫落时,进行脫落“原因”的探索的收获最大。某些所謂脫落原因,在某一种意义上是真实的原因;但經過再三考驗后,就看出它們是提示实质所在的表面因素。正象許多

图表中所指出的,同一“原因”在晚夏时引起脱落,而在开花早期通常却没有什麼影响。Bailey 和 Troight<sup>[94]</sup> 更进一步用逐日数計的方法闡明了落蕾对开花曲綫的显著影响。假定棉株在叶数与結鈴数之間存在着平衡的关系(在后文中再加以討論),那末在特別适于結住花蕾的几星期之后,将有一个盛花期。在这一盛花期内,如果棉株已經很好地結实,很多花不可避免地要在幼鈴期脱落,所以脱落曲綫和一定的环境条件相符,就有很大的偶然性。

从 Mason<sup>[93]</sup> 1922 年的报告开始,人們相信棉株結鈴的多少随棉株能供給的碳水化合物、氮或其他营养物质的数量而定。这已成为大家知道的棉鈴脱落的营养学說。他曾經发现棉花脱叶后会發生严重的落鈴,这一点支持上述論点,但缺乏化学分析。Eaton<sup>[79]</sup> 也发现从棉株上摘除所有棉鈴后,棉株会重新生长,更迅速地开花、結住棉鈴并获得一批新的棉鈴。但 Cook<sup>[84]</sup> 早在 1921 年即曾写道:“有些作者认为脱落是一种病象,另外一些人却认为摘除不能成熟的多余花蕾或幼鈴是这种植物的正常习性。”Hawkins, Matlock 和 Hobart<sup>[96]</sup> 在亚利桑那州田間条件下通过几种給水处理来研究棉株的碳水化合物含量。虽然碳水化合物含量的变异与脱落率大部分是不一致的,然而他們結論說脱落率取决于能供养幼鈴的养料数量。与此有关的, Ergle<sup>[96]</sup> 在塔克薩斯州发现,棉株随着夏季的进展而逐渐增多其所有地上部分的单糖和双糖数量;整个 7、8 月間根部的糖量一直相当高。次年又获得了可以比拟的結果<sup>[97]</sup>; 1945 年在大学試驗站采用五个品种获得了相仿的結果<sup>[28]</sup>。后一例中,对棉花进行了灌溉,碳水化合物的累积不可能是缺水所致。

Wadleigh<sup>[42]</sup> 把棉花种在中等光照强度下的四种濃度硝酸盐中,进行了碳水化合物和氮的分析,并提出了支持营养学說的結論。虽然他指出,供給氮量少而含氮少、含碳水化合物多,以及供給氮量多而含氮多、含碳水化合物少时,都能有显著的脱落,但在所有处理中脱落率却很相近。根据他的数据計算,在从低到高的四种硝酸盐处理中,每百克莖叶鮮重的結鈴数分别为 3.6, 3.5, 2.8 及 3.5,彼此相差很少。Eaton 和 Rigler<sup>[8]</sup> 也曾用四种硝酸盐濃度进行試驗,在冬季温室蔭蔽条件下所得相对結实值为 4.5, 3.8, 3.4 及 4.1,在夏季室外的結果为 6.8, 6.4, 6.4 及 7.6。在两组試驗中,低量和高量的硝酸盐都抑制了生长而增加了相对結实性。高硝酸盐濃度为 64 毫当量/升。在这些試驗中,因为施氮少

时植株更趋向有限生长,且收获时所結的棉鈴平均較重,也即只結住了最早期的棉鈴,所以在測定相对結实性时,用鈴重不如用結鈴数合适。以上的試驗中,在室外强光照条件下的碳水化合物含量比在冬季蔭蔽条件下高 2.7 倍。这些学者虽然假定了碳水化合物的供应量可以影响成鈴的数目,但他們的总結中都提出这样一个問題:为什么在脱落发生之前碳水化合物的含量沒有从强光照条件下的数量减少到弱光照的水平? 棉株根部的含氮量在冬季和夏季条件下大致相同。在以后一个施行灌溉的大田試驗中<sup>[99]</sup>,有一个处理用蔭蔽把光綫减弱到 32%,对于莖、叶的鮮重沒有什麼影响,但由于鈴重減輕而造成了总重量降低。在蔭蔽条件下棉株地上部分的总生长量只有曝光条件下的 60%。用外推法推导得出,棉株的光照为全曝光的 52% 时,才能获得象在露天曝光下一样的植株总重量。这一数值与 Thomas 和 Hill<sup>[100]</sup> 在灌水的苜蓿方面所得的 52% 相符。在温度較低的地区,脱落与多云天气間被认为有不恒定的关系,这有时实际上是由于結合了温度之故。

Eaton 和 Ergle<sup>[96]</sup> 在加利福尼亞州夏夫特种植爱字棉和斯字棉,重复地采用了多、中、少三种給水量,测定了它們在早、中、晚播种条件下的莖、叶和 13 天的成鈴中碳水化合物及氮的含量。在 8 月中期最后一次取样测定时,第一次播种的大部分棉鈴已脱落,晚播种的結住了棉鈴,两者所含碳水化合物及氮量間沒有什麼差异。在另外一些試驗中<sup>[98]</sup>,采用了环剝和每天噴洒蔗糖及尿素的各种結合处理,虽然由于噴洒尿素增加了氮和实行环剝增加了碳水化合物的累积,但往往都增加了脱落。还没有在叶子上噴洒的蔗糖有所累积的証据。从这些結果得出結論:应从其他方向去寻找有关落鈴的解釋。

由于水分、氮、硫和鉍的供应量不同而棉花的生长不一致,但其相对結实性数据的一致性,以及在大量棉鈴結成前落鈴徒有其名的事实,为下述意見<sup>[92]</sup> 提供了基础:在棉叶內产生生长素或其前身,而在发育中的棉鈴內产生移动的抗生长素或抑制剂,两者間存在着一种因緣平衡的关系,后者对前者起平衡作用。所以需要移动性,是由于观察到棉株上棉鈴分散,以及在任意部位和局限于交替的果枝上所产生的棉鈴数量相同。在后来的一个报告<sup>[99]</sup> 中曾就有关上述理論的已发表和未发表的激素研究結果,进行了評述。其中 H. R. Carns 在一

次脫叶討論會上報告：小的棉鈴并不把生長激素傳遞到琼脂塊(agar blocks)上去，但把相似的棉鈴放在含有100微克IAA(3-吲哚基醋酸)的琼脂塊上時，IAA的活性就消失了。棉鈴的嚴重脫落通常是與生長受抑制的情況正相符合的。這指出：引起棉鈴脫落的激素刺激是一種抗生長素或者與其同時產生的作用。在一個試驗中<sup>[104]</sup>，每周噴洒一次20 p.p.m.的4-氯苯氧基醋酸，結果棉葉發生病害，營養生長增加，相對結實性急劇降低。但在後來的研究中結果不同，無論在曝光或用紗布蔭蔽的條件下，每周噴洒三次2,500 p.p.m.的反肉桂酸，對於相對結實性卻沒有影響。

雖然從已成形的老鈴向外運送某種抗生長素要比從幼鈴的外運難以証實，但棉株的生長關係指出，所有棉鈴都參與了這種外運活動，程度也可能相似。有限生長的棉花，甚至不結幼鈴已經幾星期，而在最老棉鈴吐絮的同時，還發生重新生長和結鈴。

曾經指出<sup>[99]</sup>，棉株如果沒有這樣一個落鈴的保護機制，無疑地將結實過多，也會象很多園藝作物一樣，產生出纖維品質不良的小果實來。棉纖維變弱或變短後，將嚴重地影響到棉花的紡織性能。

還有兩個有關上述討論的研究結果。Kearney<sup>[101]</sup>在1921和1928兩年用比馬埃及棉作研究，於開花當天摘除了將花朵包在葉液內的三苞葉總苞。兩年中，不摘苞的成鈴百分率比摘苞的分別高3.3%和7.0%，後一年的差異顯著。從看到第一個花朵時開始，每隔一周縱向切掉每一片新生葉片的一半<sup>[99]</sup>，結果株高減低28%，產量降低14%，主莖內所含的糖及澱粉也減少了42%。切葉對葉片或幼鈴內的糖和澱粉的總含量沒有引起多大的差異。無論切葉與否，葉片均占莖、葉總重的40%左右。切葉後棉株較小且利於透入光線，也就是說減少了自身的蔭蔽。由於切葉，棉株的相對結實性從4.6增加到5.1(顯著差異水平為1.0)。曾經設想，如果棉株主莖中部三分之一部位的碳水化合物含量可以作為轉供給棉鈴的可靠指數，那麼按照營養學說解釋，切葉後應減低相對結實性，但實際上却不是如此。

施用各種生長調節素<sup>[102~109]</sup>會影響棉株的生長，而且施用濃度超過一定限度時會引起棉葉和棉鈴變形。據McIlrath和Ergle<sup>[109]</sup>用2,4-滴進行試驗的結果(在未發表的資料中還有用馬來酰肼、反肉桂酸、正萘基馬來酰肼和三碘苯酸的)，當幼苗或幼株受處理後，顯著地刺激了營養枝的形成而

生長率降低；但當很多果枝已經開始發育時，營養枝增加得很少。正如在下一節內還要說明的，IAA(吲哚基醋酸)可以抑制葉子的離層形成。但是這些物質除了對生長方面有較大的影響以外，對於結實性能方面的影響却不怎麼明顯。如果這些物質的使用濃度合理時，對於落鈴或最下部果枝的着生節位只會有很小的影響，這一事實進一步支持了棉株果枝實際上與其他植物的花序同型的觀點<sup>[104]</sup>。

從現有的證據來看，似乎應該結論說落鈴的原因仍不明了；即使說缺硼和缺鋅會引起脫落，也還是這樣。棉花結實特性的一個獨特之處在於它在同一個品種和氣候的複合條件下(很大程度上與營養狀況無關)，只要行株距相同，而且日照和溫度適宜於果枝的形成，結鈴數與莖和葉的重量趨於成正比。關於促使果枝或花序形成的刺激機制，象在其他植物方面一樣，仍然是一個普遍存在的問題。在棉花方面一個比較特殊問題是：刺激或者通過落鈴來阻止過多結實這一平衡作用的性質究竟如何。

棉花的鈴和纖維的性狀是非常穩定的。雖然干旱可以較大地使棉鈴減小、纖維變短和纖維的每吋重量減輕，值得注意的是限制結鈴數至2個，結果可能使莖內的碳水化合物濃度增加20~45%，但僅略使棉鈴增大和纖維增長一些<sup>[26]</sup>。同樣地，切除每片葉子的一半以後(相對結實性沒有改變)要減少莖內碳水化合物含量的42%，在蔭蔽條件下栽培(減低了相對結實性)要減輕莖內碳水化合物含量37%，而對於棉鈴及纖維的品質卻只有很小的影響<sup>[99]</sup>。曾經在五個棉品種內，進行處理而增加碳水化合物的含量和利用率，結果改進了纖維強度<sup>[26, 99]</sup>。O'Kelley和Carr<sup>[110]</sup>最近評述了有關某些生長時期與纖維細胞組成方面的研究資料。

## 脫 叶

由於實行機械化收穫棉花，出現了大量脫葉方面的新研究和新興事業。Hall和Harrell<sup>[111]</sup>於1938年首先實行了棉田脫葉。他們用氫氧化鈣粉劑使封行的棉株脫葉，改進了通氣狀況並減少了爛鈴。

某些商品用和實驗用的脫葉劑的化學性質很不相同，這對於脫葉的生理學沒有供給多大線索。這些脫葉劑有：3,6-內氧六氫化酞酸二鈉(disodium-3,6-endoxohexahydrophthalate—Endothal)；氯酸鎂(De-Fol-afe)；重鉻酸鈉(Penn salt 778)；1,4-丁炔二醇(1,4-butyne diol—Penn salt NP-1098)；

五硼酸氯酸钠 (Sodium Chlorate-pentaborate—Shed-A-Leaf); 氰氨基钠 (monosodium cyanamid—American Cyanamid X-5); 五硼酸氯酸钠硼砂类 (sodium chlorate-pentaborate tetraborates—Pacific Coast Borax Cotton Defoliant) 以及乙基黄原酸钠 (S. F. X.)。这一系列化学药剂的化学结构和各种化合物的生理活动间没有什么相关性, 但多数属于强烈的氧化剂。Hall 和 Lane<sup>[113]</sup> 用瓦伯格 (Warburg) 呼吸计进行测验的结果, 施用 Shed-A-Leaf 和其他一些脱叶剂后, 呼吸作用增加, 有时且达到两倍。

作为当前对棉花脱叶剂的生理学研究的部分背景, 用其他植物进行了一系列的研究, 结果证明从植物组织内放出的气体乙烯和含乙烯溢质 (emanation) 能使叶柄产生离层。更经证明, 施用 IAA 能阻滞或抑制叶子自然地产生离层。与此有关的是年龄较大和接近衰老的叶子中生长素或其前身减少, 这一点具有意义。Gawadi 和 Avery<sup>[114]</sup> 以及 Hall<sup>[115]</sup> 等从理论上推断, 叶子的离层形成受制于激素与乙烯或生长素与乙烯的平衡。把萘氧基醋酸的羊毛脂软膏涂在切除叶柄的切面上<sup>[114]</sup>, 并不象在猩猩木属植物 (poinsettia) 所看到的那样能阻滞叶柄的脱落, 但可以遏抑离层的形成。Jackson<sup>[116]</sup> 用生物学测定方法, 以七种脱叶剂的任何一种处理棉叶后, 其被认为是乙烯的溢质比未处理的叶片多。将处理叶片释出的气体乙烯导入锥形瓶内即引起离层形成。将气体导向被包闭的叶柄时, 邻近的未包闭叶柄也要脱落。大致在同时期内, Hall<sup>[116]</sup> 采用化学分析方法, 曾经发现用两种脱叶剂的每一种处理叶片后, 都增加了乙烯的产生。两种脱叶剂均暂时抑制了呼吸作用, 随后却比对照叶片相对地增加了呼吸率。Hall 用 IAA 与 3, 6-内氧六氮化酞酸二钠、乙撑氯醇和反肉桂酸的不同配合比率掺在羊毛脂内, 处理了开花前棉株的脱叶叶柄, 发现某些配合比例的液剂确实有相当大的保护作用; 单用 IAA 也能阻止叶柄脱落。Lane<sup>[117]</sup> 把脱去叶的叶柄的端部浸在马来酰肼、反肉桂酸、三碘苯酸和硫酸化烟碱的各种浓溶液中, 在脱落方面没有引起多大改变。

脱叶剂对于湿润土壤上的棉株比对于干燥土壤上的更有效, 在某种情况下对肥沃地棉株比瘠薄地上的更有效, 对于结实良好的棉株比结实不良的棉株更有效, 程度各有不同<sup>[118]</sup>。在上述每一种情况下都趋于减少棉株的碳水化合物含量。Hall<sup>[119]</sup> 用上述的变量处理在温室进行试验, 发现氨基氰脱叶剂

的有效程度与淀粉含量呈反相关。根据统计分析, 叶内的氮并不影响脱叶的性能。后来在田间观察的结果, 曾引起对于淀粉量是否与这一反应有直接关系的问题发生了怀疑。Hall 和 Lane<sup>[113]</sup> 以盆栽和在气候条件颇不相同的塔克萨斯州三个大田试验站, 用不同品种进行了试验, 获得了不一致的结果。所有这些试验中, 在使用脱叶剂以后, 叶片内的淀粉一致地有所损失。他们认为: 对于决定离层形成来说, 脱叶过程中碳水化合物成分的改变要比原有碳水化合物含量更为重要。Lane<sup>[117]</sup> 发现叶柄脱落在 30°C 比在 20°C 时进行得快二倍。

Lane 和 Hall<sup>[120]</sup> 改进了脱叶办法, 他们在五硼酸氯酸钠和 3, 6-内氧六氮化酞酸二钠加硫酸铵两种溶液内, 加入 2.5% 的糖类, 然后将棉叶浸渍在这些溶液内, 所得结果与用其他品种及用较高浓度的蔗糖喷洒时不同。这样可以改进转移作用, 且糖类能增加保持脱叶剂的能力; 在这方面必须注意, 这两种脱叶剂 (一种含硼, 一种不含硼) 在棉株的各种条件和预处理的情况下有大致相等的效果。将一片叶片浸渍在 2.5% 的糖溶液中, 可以使其总鲜重增加约 20%。甚至于在午后的几小时内, 即使所有糖全被吸收, 亦仅能在棉叶原来含糖量的基础上增加 20%。

Brown 和 Rhyne<sup>[121]</sup> 用一系列的棉花品系和品种进行研究, 发现它们在脱叶性能上有显著的不同。他们还认为棉铃的成熟程度对于脱叶有重要的影响。在一个试验内, 曾经用事先疏果的办法把棉铃的年龄调整为几个期组。在他们的资料中, 不是用大量结实的棉株与同龄的疏果或虫损棉株作比较, 而是根据总叶数计算脱叶率的。众所周知, 棉株疏果后随即重新生长, 而正在增大的叶子脱落较少。这个批评的目的不是削弱棉铃在脱叶与激素的关系中可能起的作用; 而是提请大家注意 Fisher 和 Loomis<sup>[122]</sup> 所提出的令人惊异的论证: 在大豆的开花中, 幼叶和老叶 (生长激素和抗生长素) 的效应需要加以区分。

至于落铃和脱叶是否出自同一生理基础, 还不清楚, 但在年龄的关系上有若干重要的差异。除非是脱叶剂强烈到足以引起焦灼以外, 大于 10 天以上的棉铃或正在迅速增大中的幼叶, 无论用脱叶剂处理与否, 通常都能保持在棉株上。幼铃严重脱落通常发生在 8 月份, 此时除了最老的叶子以外, 叶片均未发生离层。花蕾在开花前 10 天内极少发生离层。

## 肥料和环境对于种子組分的影响

关于棉籽的組成以及影响籽重、含油率和含氮率的营养因素和其它因素,有着大量的文献。Tharp 等<sup>[123]</sup>于1949年综述了其中部分文献,并加入了新资料。Guthrie<sup>[124]</sup>于1949年引用了119篇文献,把整个棉籽內(包括棉子粉和棉子餅)所有的有机和无机組分的濃度及发生情况制成了表格;并根据85篇文献綜合报导了关于棉纖維方面的研究結果。

在棉籽仁(約占未脫絨棉籽重量的55%)內<sup>[123]</sup>,通常含有35%左右的油分和相似数量的蛋白质( $\text{NH}_3 \times 5.13$ );結果是这两种組成的一种有較大百分率的增加时,就会伴有另一种的减少。晚期棉鈴的种子的油分常比早期棉鈴的高些,有时含氮量也高。在土壤很瘠薄和干旱的条件下,种子发育不充实,棉籽仁內含纖維物质較多,因而油分和蛋白质的含量减低。連續在三年多時間內水份供应不足的棉株<sup>[27]</sup>,其种子內所含油分比灌溉棉株分別少6%、2%及20%。在同一試驗內,限制棉株仅結两个棉鈴时,种子含油量在两次測試中分別比正常結实株的种子低9%和6%,而含 $\text{NH}_3$ 則多5%和1%。干旱和部分疏果,均使植株的碳水化合物和氮量增加。

在很多实例中<sup>[123]</sup>,曾經发现施氮肥可以增加棉籽仁的重量及其含氮率,而含油量稍呈减少的趋势。施磷肥通常对种子的油分或含氮量沒有影响。施鉀能显著地增加油分而氮量稍减。施鈉时引起与施鉀后相仿的某些影响。施用鈣和鎂,在种子組成方面沒有多大影响。

## 行株距对于生长、結实及棉鈴和纖維性状的影响

由于棉株密植的許多反应与本文前述諸問題有关,所以这一节放在本文的最后。在这里不打算包罗很多很广的文献,仅以Peebles, Den Harto 和 Pressley<sup>[125]</sup>引用45篇文献所作的综述为基础,对于密植所引起的突出反应,作扼要的概括。关于在灌溉条件下密植后各种反应的程度,引用了Peebles等在亚利桑那州的試驗<sup>[126]</sup>,而在干旱条件下的情况則取自Hervey, Fisher 和 Johnston<sup>[126]</sup>在塔克薩斯州的一项单独試驗。

棉株的行距为几吋而株距为1呎以上时,营养枝的生长显著地受抑制,果枝的节数减少并变短,結第一个棉鈴的果枝位置較高,每畝植株平均較高而

較重,每畝总鈴数較多,且时常(但不經常)棉鈴較小。密植后也使每个棉鈴的室数减少。文献报导在各种不同条件下进行的許多試驗中,对于获得最高产量的最佳行株距以及密植对于早熟的影响等,得到的結論頗不一致。Peebles 等<sup>[126]</sup>认为,密植对于棉花的成熟有两种相反的影响。当棉花密植时,只有少数果枝超越其第一节向外延伸,这样花朵在逐个果枝的第一节上出現的間隔時間,要比在一个果枝的逐个节位上为短,故对于早熟有利。反之,密植比稀植时第一个棉鈴出現較晚且部位較高,結果可能延迟成熟。

Peebles 等<sup>[126]</sup>在灌溉条件下进行了七次陆地棉的試驗(每一試驗內又包括很多品种),发现2~6吋的株距比12~16吋平均增产皮棉9.5%;在同样次数的美国种埃及棉品种試驗中則增产皮棉12.9%。行株距对每粒种子的纖維重量(衣指)及每粒种子的重量(子指)都沒有大的影响。在密植的情况下,陆地棉的每鈴籽棉重量平均减少4.1%,美国种埃及棉减少3.8%;同时每鈴子粒数的减少在陆地棉为3.9%而在美国种埃及棉为5.5%。每鈴籽棉重量和每鈴种子粒数的减少都比較接近,似乎足以表明:如供水充足,密植对棉鈴大小的影响主要在于它对每鈴种子粒数的影响。在塔克薩斯州<sup>[126]</sup>干旱情况下的棉花,密植后每鈴籽棉产量减少26%。籽棉减少,主要是密植比稀植对于水分更感缺乏所致;密植棉花的每畝鈴壳、莖和叶的干重却相当于稀植棉花的两倍。在干旱情况下,子指和衣指普通都有相似比例的减低。在塔克薩斯州曾經发现,株距2吋的棉莖直徑为0.69厘米,而株距11.5吋的棉莖直徑为1.06厘米。

棉花密植后每畝植株的增重大于籽棉的增重,結果使相对結实性有所减低。在亚利桑那州的研究中<sup>[126]</sup>,曾在两个用陆地棉的試驗和三个用美国种埃及棉的試驗內,进行了收获后田間每畝莖枝及鈴壳重量的称量。在陆地棉株距为2吋与14吋的对比中,密植使相对結实性(按籽棉与莖枝和鈴壳的比率而言)降低9%。同样在美国种埃及棉方面(距离4或6吋与20或22吋对比)相对結实性平均降低4%。在塔克薩斯州<sup>[126]</sup>6月末及7、8月特别干旱的情况下,株距2吋比11.5吋增产籽棉32%,而植株所有地上部分的烘干重量(不包括籽棉)增加了101%。密植使籽棉重量与不包括籽棉的地上部分重量的比率减少了26%。

在亚利桑那州曾以第一次收花百分率来判断棉



花的早熟性，结果是陆地棉株距为 6 和 16 吋时，第一次收花百分率没有影响，但在株距为 4 吋和 2 吋时，第一次收花百分率显著减低。美国种埃及棉在株距逐步缩减到 6 吋的过程中，早熟性渐有增进。

据在亚利桑那州的研究结果，除了美国种埃及棉在株距为 2 和 6 吋时纤维略呈粗糙以外，密植对于纤维长度没有影响，对于纤维细度仅有很小的影响。株距为 6 吋或更小时，可使陆地棉的纤维强度平均降低 2.6%，美国种埃及棉则降低 1.3%。当株距由 14 吋减少到 2 吋时，陆地棉的精纺强度也降低了。虽然纤维强度降低 2.6% 这个数字很小，但这些作者认为：“不能小看这一弱点，从生产者的利润立场来看，增加产量方面所得的好处尚不足以抵偿损失”。密植棉株引起地面浓密的遮蔽，上述纤维强度的降低与以前发现的遮荫情况下纤维强度降低的结果<sup>[9]</sup>相符。水分缺乏时常能提高纤维强度，但随着强度的提高又有纤维长度的缩短。

### 参 考 文 献

- [1] Cook, O. F. and Meade, R. M., U. S. Dept. Agr., Bur. Plant Ind. Bull., No. 222 (1911).
- [2] Cook, O. F., U. S. Dept. Agr., Bur. Plant Ind. Bull., No. 198, (1911).
- [3] Cook, O. F., U. S. Dept. Agr., Bur. Plant Ind. Circ., No. 109, 11~16 (1913).
- [4] Hayward, H. E., The Structure of Economic Plants, (The Macmillan Co., New York, N. Y., 674 pp., 1948).
- [5] Gore, U. R., Botan. Gaz., 97, 118~138 (1935).
- [6] Eaton, F. M. and Rigler, N. E., Plant Physiol., 20, 380~411 (1945).
- [7] Eaton, F. M., Botan. Gaz. 57, 311~321 (1924).
- [8] McNamara, H. C., Hubbard, J. W. and Beckett, R. E., U. S. Dept. Agr. Circ., No. 401 (1927).
- [9] Ludwig, C. A., J. Agr. Research, 43, 637~659 (1931).
- [10] Reeves, R. G. and Beasley, J. O., J. Agr. Research, 51, 935~944 (1935).
- [11] Anderson, D. B. and Kerr, T., Ind. Eng. Chem., 30, 48~54 (1938).
- [12] Hutchins, L. M., Plant Physiol., 1, 95~150 (1926).
- [13] Stiles, I. E., Plant Physiol., 23, 201~222 (1947).
- [14] Arndt, C. H., Plant Physiol., 20, 200~25 (1945).
- [15] Camp, A. F. and Walker, M. N., Florida Agr. Expt. Sta. Bull., No. 189 (1927).
- [16] Presley, J. T. and Leonard, O. A., Plant Physiol., 23, 516~525 (1948).
- [17] Crowther, F., Ann. Botany, (London), 5, 508~533 (1941).
- [18] Shantz, H. L. and Piemeisel, L. N., J. Agr. Research, 34, 1093~1190 (1927).
- [19] King, C. J., U. S. Dept. Agr. Bull., No. 1018 (1922).
- [20] Eaton, F. M. and Belden, G. O., U. S. Dept. Agr. Tech. Bull., No. 91 (1929).
- [21] Hawkins, R. S., Arizona Agr. Expt. Sta. Bull., No. 17 (1927).
- [22] Balls, W. L., The Cotton Plant in Egypt (Macmillan & Co., Ltd., London, England, 202 pp. 1919).
- [23] Berkley, D. M. and Berkley, E. E., Ann. Missouri Botan. Garden, 20, 583~604 (1933).
- [24] Eaton, F. M., J. Agr. Research, 40, 791~803 (1930).
- [25] Eaton, F. M., J. Agr. Research, 43, 875~883 (1931).
- [26] Beckett, S. H. and Dunshee, C. F., California Agr. Expt. Sta. Bull., No. 537 (1932).
- [27] Adams, F., Veihmeyer, F. J. and Brown, N., California Agr. Expt. Sta. Bull., No. 668 (1942).
- [28] Eaton, F. M. and Eagle, D. R., Plant Physiol., 27, 541~562 (1952).
- [29] Anderson, D. B. and Kerr, T., Plant Physiol., 18, 261~269 (1943).
- [30] Arndt, C. H., Plant Physiol., 12, 703~720 (1937).
- [31] Kramer, P. J., Am. J. Botany, 29, 828~832 (1942).
- [32] Eaton, F. M. and Eagle, D. R., Plant Physiol., 23, 169~187 (1948).
- [33] Dunlap, A. A., Texas Agr. Expt. Sta. Bull., No. 677 (1945).
- [34] Wadleigh, O. H. and Gauch, H. C., Plant Physiol., 23, 485~495 (1948).
- [35] Eaton, F. M., J. Agr. Research, 64, 357~399 (1942).
- [36] Eaton, F. M., Am. J. Botany, 30, 663~674 (1943).
- [37] Olson, L. C. and Bledsoe, R. P., Georgia Expt. Sta. Bull., No. 222 (1942).
- [38] Armstrong, G. M. and Albert, W. B., J. Agr. Research, 42, 689~703 (1931).
- [39] Maskell, E. J. and Mason, T. G., Ann. Botany, 44, 233~267 (1930).
- [40] Crowther, F., Ann. Botany, 48, 877~913