

不同土壤湿度对棉纤维发育的影响<sup>1)</sup>李中东<sup>2)</sup> 许 萱

(农学系)

**摘 要** 土壤湿度对棉纤维发育具有显著的影响。土壤湿度高,可以促进棉纤维的伸长和干物质的积累,加速可溶性糖向纤维素转化,提高纤维素积累能力,有利于棉纤维的发育;土壤湿度低,则抑制棉纤维的发育。在开花结铃期,土壤湿度为40%时,显著地抑制棉纤维发育,60%时基本上能满足棉纤维发育,80%时能较好地促进棉纤维发育。因此,在盛花期土壤湿度不应少于80%。如果干旱,应及时灌溉,补充土壤水分。

**关键词** 土壤湿度,可溶性糖,棉花,纤维素,干物质积累

**中图分类号** S562.01

棉纤维发育好坏,直接影响纤维的产量与品质,纤维发育好坏除由品种遗传性决定外,环境生态条件也起着重要作用。土壤水分是环境生态条件中的重要因素,对棉纤维发育具有显著的影响。国内外学者研究棉纤维发育一般规律较多,研究土壤水分对棉纤维发育的影响较少,且研究的深度与广度不够。除了土壤水分对纤维长度影响,有统一的结论<sup>[1~10]</sup>外,关于棉纤维动态发育,如可溶性糖向纤维素转化速度及积累量多少,纤维伸长变化的原因等生理生化问题均研究不够。因此,进一步探索土壤水分与棉纤维发育的关系,掌握其规律性,对指导棉花生产具有重要的理论和实践意义。

## 1 材料与方 法

本试验于1987~1988年在西北农业大学农作一站盆栽试验场进行。品种为秦棉一号,盆栽土壤采用配制土,肥力水平为:全氮0.202%、速效氮41ppm、速效磷96ppm、有机质3.48%。4月15日播种,盆栽管理按试验设计进行。试验处理设计根据研究目的,按照土壤含水量占土壤最大持水量的百分比为标准,分为六个处理,重复10次(表1)。

表1 盆栽试验设计处理

代 号	苗期	蕾期	初花期	盛花期	吐絮期
1	40	40	40	40	40
2	80	80	80	80	80
3	60	60	60	60	60
4	60	60	80	60	60
5	60	60	60	80	60
6	60	60	60	60	80

文稿收到日期:1990-02-26。

1)国家自然科学基金资助项目, 2)现在陕西谷涛城县烟草公司工作。

为研究棉铃发育动态变化,每天上午给当天开的花挂牌,从挂牌之日起到吐絮,按照5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60d的时间间隔,从各处理中取同天开花,相同果枝及节位具有代表性的棉铃5个,进行各种性状的分析。早期纤维长度用Gipson和Schubert等所报道的方法,后期用左右分梳法;可溶性糖、淀粉含量用蒽酮比色法;蛋白质含量用自动定氮仪分析;过氧化物酶用分光光度计测定。

## 2 结果与分析

### 2.1 纤维伸长量的变化

棉株自开花受精后,棉铃中的纤维迅速伸长,一般在10~20d伸长速度最快,20d以后伸长速度减低,30d左右伸长基本停止。不同土壤湿度对棉纤维伸长的影响不同(见表2)。

表2 不同土壤湿度对棉纤维伸长的影响(1988年)

项 目	1	2	3	4	5	6
长 度 (mm)	26.83	30.50	30.20	28.59	30.42	30.21
平均伸长速度 (mm/d)	0.894	1.016	1.007	0.953	1.064	1.007
最大伸长速度 (mm/d)	1.914	2.242	2.054	1.896	2.276	2.055

从表2可知,土壤湿度为40%时,其纤维最终长度、平均伸长速度和最大伸长速度都明显变小。盛花期(23/7)将土壤湿度由80%降到60%,也明显对纤维伸长起抑制作用。反之,由60%提高到80%时,则对纤维伸长有促进作用。整个生育期土壤湿度保持在80%,对纤维伸长有明显的促进作用,吐絮期提高或降低土壤湿度,对纤维伸长无明显影响。总之,土壤湿度对棉纤维伸长变化有着显著影响,但影响主要发生在开花后20d内,在此期间,土壤湿度高,则纤维变长;土壤湿度低,则纤维变短。

### 2.2 棉纤维伸长期蛋白质含量和过氧化物酶活性变化

2.2.1 过氧化物酶活性变化 为了研究纤维伸长与过氧化物酶的关系以及不同土壤湿度对其影响情况,对过氧化物酶活性进行了测定,其结果如图1。测定结果表明,在纤维伸长生长初期,一般过氧化物酶活性都比较低,仅 $1.06\Delta D/\text{min}\cdot\text{g}$ 左右;随着铃龄增加,其活性有增大趋势,但在20d内,增加幅度很小,其活性一般在 $1.5\Delta D/\text{min}\cdot\text{g}$ 左右。开花20d以后,在纤维伸长减慢,伸长速度大减时,过氧化物酶活性迅速增加;铃龄30d时,其活性大都超过 $8.0\Delta D/\text{min}\cdot\text{g}$ 以上。不同土壤湿度对酶活性也有明显影响,在开花后5~30d内,土壤湿度高时,酶活性较低;土壤湿度低时,酶活性较高。

2.2.2 蛋白质含量变化 棉纤维中的蛋白质含量,随着纤维细胞的伸长,有增加的趋势。在开花20d以后,随纤维伸长速度减慢,伸长将要停止时,蛋白质含量出现高峰,以后随着纤维次生壁的沉积,蛋白质含量呈下降趋势。不同土壤湿度对蛋白质含量影响不同,低的土壤湿度使蛋白质高峰出现提前,并增加蛋白质高峰期的含量;高的土

壤湿度有使蛋白质含量减少的趋势；不同生育时期改变土壤湿度，对蛋白质含量也有影响，如盛花期由 60% 提高到 80% 时，则会推迟蛋白质高峰出现的时间，并降低高峰期的蛋白质含量；相反，由 80% 降低到 60% 时，则使蛋白质含量有所提高，吐絮期改变土壤湿度，对纤维中蛋白质含量无明显影响。

总之，纤维伸长期中当伸长接近停止时，一是纤维中蛋白质含量有一高峰出现，二是纤维中过氧化物酶活性急剧升高；而不同土壤湿度通过影响蛋白质含量和酶活性，从而最终影响棉纤维的伸长，高的土壤湿度或提高其湿度，使蛋白质高峰时的含量减少，酶活性降低，利于纤维伸长；低的土壤湿度或降低其湿度，使高峰时的蛋白质含量增加，酶活性增加，不利于纤维伸长。

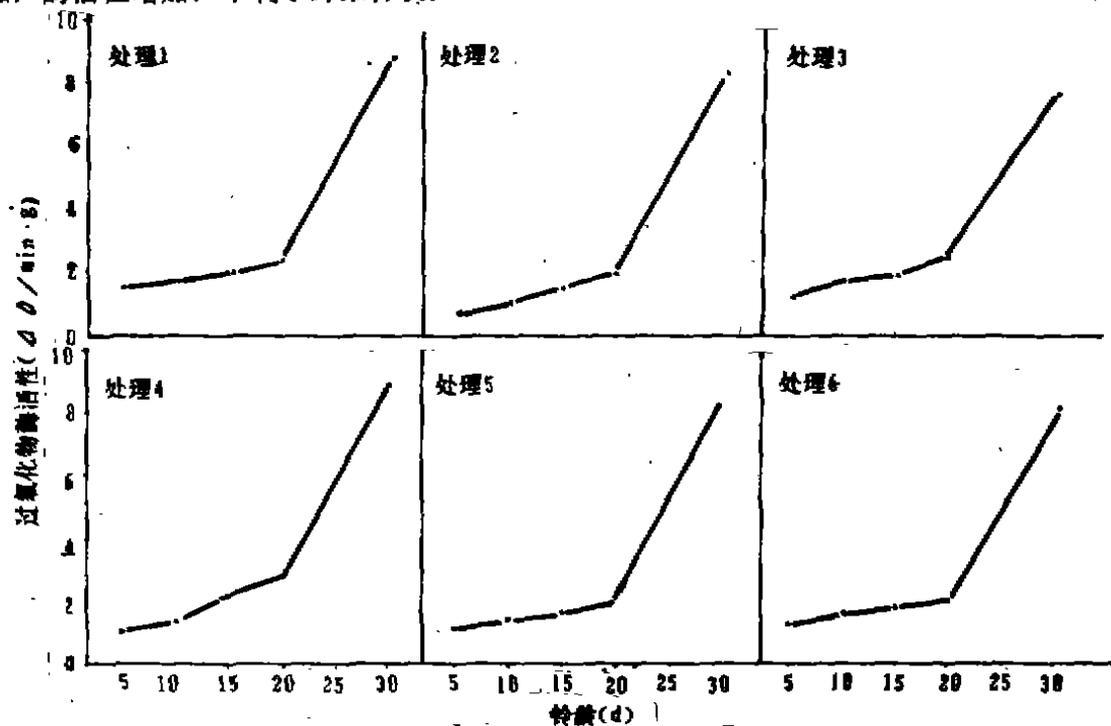


图1 棉纤维中过氧化物酶活性变化

### 2.3 棉纤维干物质积累的变化

棉铃自开花之日起，其中棉纤维干物质即开始积累，随铃龄增加，积累逐渐加快，在 20~30d 之间，积累达最大速度，单铃纤维干重每天平均增加 0.1g 左右，以后积累速度又逐渐变慢，不同土壤湿度，对纤维干物质积累影响不同，处理 1 由于整个生育期缺水，棉纤维干重在 40 日龄时基本上达到最终重量，以后很少增加，处理 4 因盛花期土壤湿度由 80% 降到 60%，结果与处理 1 有相似之处，处理 2 和处理 5 因在盛花期土壤湿度高达 80%，有利于纤维干物质积累，在最大积累速度过后，干物质仍有一定优势，直到棉铃吐絮，处理 3 和处理 6 因土壤湿度保持在 60% 水平，干物质积累速率较正常，处于中间水平，从最终干物质积累结果看，处理 2, 5, 6 最高，均在 2.8g/铃 以上，处理 3 次之，2.6g/铃 左右，而处理 1, 4 最小，仅 2.2g/铃 左右，由此表明，土壤湿度高或提高土壤湿度，对纤维干物质积累有促进作用，土壤湿度低或降低土壤湿

度,不利于纤维干物质积累。

## 2.4 棉纤维中纤维素合成的变化

2.4.1 可溶性糖和纤维素的变化 分析不同土壤湿度下形成的棉铃,在不同发育阶段棉纤维中可溶性糖和纤维素含量的变化结果,如图2。

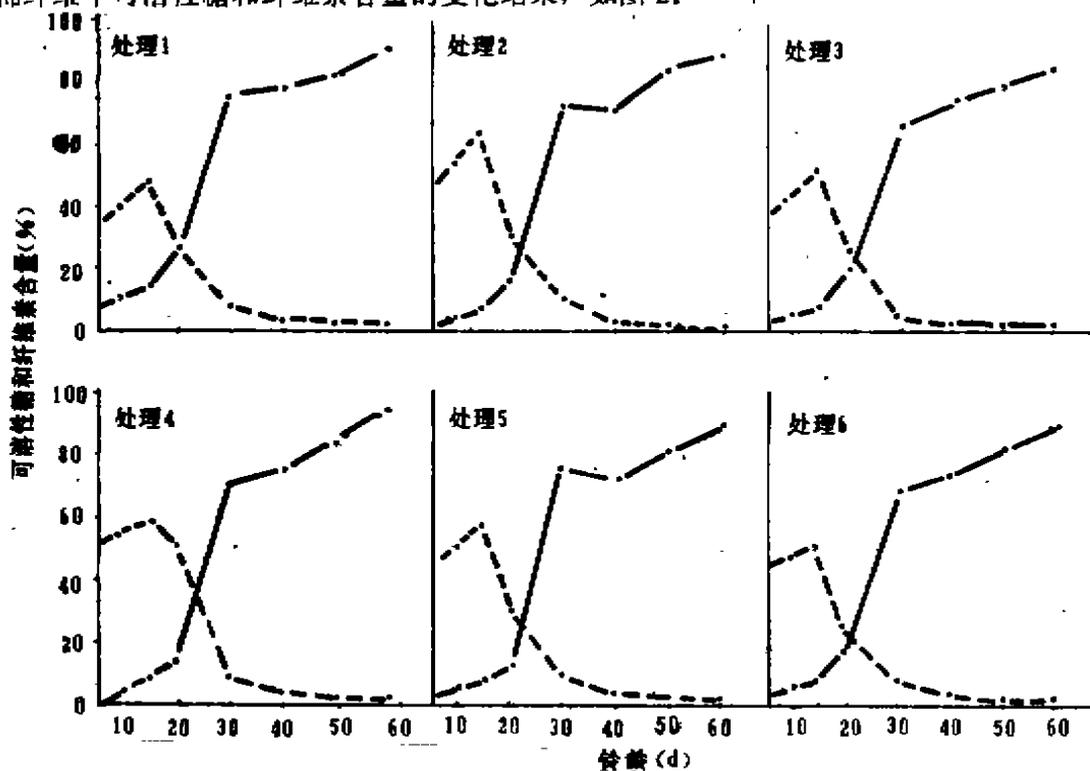


图2 棉纤维中可溶性糖和纤维素含量的变化

——纤维素: - - -可溶性糖

图2表明,在开花后15日龄以前,棉纤维中纤维素含量很低,除处理1外,其他处理的纤维素含量都不到纤维干重的10%,并在15d以前保持相对稳定水平,而可溶性糖含量高达60%以上,此期主要是进行纤维伸长,15d以后,纤维素含量逐渐增加,进入纤维伸长和加厚重叠并进阶段,20d以后,纤维素合成速度加快,到30d时,其纤维素含量已高达干重的70%左右。这表明20d以后,纤维发育中,纤维细胞壁沉积占优势,与此同时,可溶性糖含量急剧减少,两者呈明显负相关,平均相关系数为 $-0.9582^{**}$  ( $n=8$ )。不同土壤湿度对可溶性糖向纤维素转化影响不同,处理1因长期干旱,可溶性糖向纤维素转化明显提前,开花后15d纤维素含量已达13.2%,显著高于其他处理。处理3和处理6因盛花期土壤湿度一致,保持在60%水平,基本上满足了生长需要,可溶性糖与纤维素含量及转化速度一致。处理4由于在盛花期土壤湿度由80%降至60%,结果使可溶性糖转化成纤维素变慢,处理2,5土壤湿度在盛花期时为80%,使早期形成的可溶性糖含量较高,中后期转化为纤维素也多。

2.4.2 纤维素的积累变化 棉纤维素合成积累过程的一般规律是:前期慢,中期快,后期又变慢,呈典型的“S”型曲线。分析对比表明,纤维素沉积曲线和纤维干物质积累

曲线并不互相重叠, 纤维干物质积累高峰在前, 纤维素积累高峰在后。究其原因, 可能是: (1) 纤维细胞次生壁加厚开始较晚, 纤维素合成积累高峰相应推后; (2) 纤维干物质积累存在两个迅速积累期, 其一是 10~15d 纤维迅速伸长期, 其二是 30d 左右的次生壁迅速加厚期。纤维干物质的这种积累形式, 对纤维素的沉积十分有利。由于纤维干物质积累第一阶段主要是进行纤维的伸长, 这样, 大量运入纤维中的同化物质, 除少部分用于纤维伸长所需外, 大部分以可溶性糖的形式贮存在纤维中, 用于随之而来的纤维次生壁加厚, 这种糖的积累, 不仅有效地利用了前期的光合产物, 而且合理地调节和缓冲了纤维素沉积高峰期光合产物供不应求的矛盾。不同土壤湿度对纤维素沉积影响不

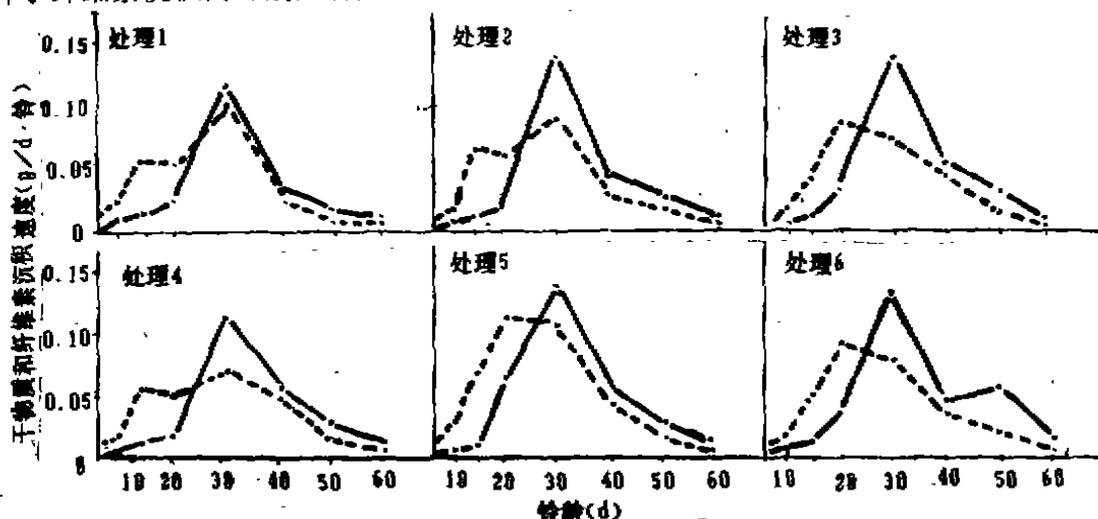


图3 纤维素沉积和纤维干物质积累速度比较  
——纤维素沉积速度; ——纤维干物质积累速度

同, 处理 2、5 由于成铃期水分供应充足, 前期贮存的可溶性糖含量相当高, 达总量的 70% 以上, 后期代谢功能旺盛, 纤维素积累最多。处理 1 则相反, 由于水分供应不足, 前期贮存的可溶性糖量少, 发育进程提前, 纤维素积累期缩短, 加上代谢功能受阻, 转化受抑制, 纤维素积累量最少。处理 4 虽然前期纤维中贮存的可溶性糖较多, 但由于盛花期土壤湿度由高降低, 影响了棉株的正常代谢功能, 运输、转化受抑制, 也使纤维素积累量减少。处理 3 和处理 6 之间基本相似, 在成铃期土壤水分一直保持在 60% 水平, 基本上满足了纤维发育需要, 所以纤维素积累量居中。

以上分析表明, 高的土壤湿度对棉纤维发育有利, 一是使前期可溶性糖的合成增加, 贮存量加大; 二是对可溶性糖向纤维素的转化及纤维素的积累有促进作用。相反, 低的土壤湿度, 则对纤维素的合成和积累有抑制作用。

### 3 结 论

1) 土壤湿度对棉纤维伸长变化的影响, 主要发生在开花后 20d 之内, 当土壤湿度为 80% 或由 60% 提高至 80% 时, 则使纤维伸长速度加快, 伸长期延长, 纤维变长。棉纤维伸长与内部蛋白质含量及过氧化物酶活性具有密切关系, 土壤湿度低有提高蛋白质含量和酶活性的作用, 对纤维伸长不利。

2) 土壤湿度高, 可以促进棉纤维的干物质积累, 加速可溶性糖向纤维素转化, 提高纤维素积累能力, 有利于棉纤维的发育。

3) 在盆栽条件下, 棉花开花结铃期, 土壤湿度为 40% 时, 显著抑制棉纤维的发育; 60% 时基本上满足棉纤维的发育需要; 80% 时能够较好地促进棉纤维的发育。因此, 在棉铃发育的盛花期, 土壤湿度不应低于 80%, 如果遇到干旱, 则应进行灌溉, 补充土壤水分。

#### 参 考 文 献

- 1 Spooner A E. Effects of irrigation on cotton fiber properties. *Univ Ark Agr Exp Sta Bull.* 1958: 601,27
- 2 Bennett O L. Boll fiber and spinning properties of cotton as affected by management practices. *USDA Tech Bull.* 1967, (1372): 109
- 3 Franser T. A study of the reversal phenomenon in the fibrillar structure of the cotton fiber. *Annales Scientifiques Belges.* 1967,3: 40~69
- 4 Bux D R. Some effects of field desert environment. *Agron J.* 1973,65: 14~17
- 5 Anotony A K. effect of soil and climatic conditions on yield and fiber properties of improved strains of upland cotton. *Ind J Agr Sci.* 1975,45: 199~203
- 6 Hgathl A B. response of cotton to nitrogen and water in a tropical environment. *planta.* 1976,146: 635~642
- 7 刘思颖. 岱字15号棉纤维发育过程中纤维细胞壁组分变化的研究. *植物生理学报.* 1983,9(4): 347~355
- 8 王水平. 棉纤维细胞伸长生长与过氧化物酶和IAA氧化酶的关系. *植物生理学报.* 1985,11(4): 409~417
- 9 Harmon H K. 逆境对棉花纤维发育的影响. 棉花生理专集论文集, 北京: 农业出版社, 1985. 290~292
- 10 De Langhe E A L. 棉纤维的发育. 棉花生理专集论文集, 北京: 农业出版社, 1985. 261~289

## The Effect of Soil Humidity on the Development of Cotton Fiber

Li Zhongdong      Xu Xuan

(Department of Agronomy)

**Abstract** Soil Humidity has an obviously significant effect of the development of cotton fibers. High soil humidity can promote the cotton fiber length, and accumulation of dry matter, and accelerate the transformation of soluble sugar into cellulose and raise the synthesis rate of cellulose in fiber as well as be favourable for the development of cotton fibers. Conversely, low soil humidity can inhibit the development of cotton fibers. In the flowering and cotton boll forming stage when soil humidity is 40%, the development of cotton fiber is significantly inhibited; when 60%, it can basically meet the needs of cotton fiber development; when 80%, the development of cotton fiber is better encouraged. Therefore, in the full blooming stage, soil humidity should not be less than 80%. If drought occurs, irrigation will be carried out in time so as to supplement soil water.

**Key words** soil humidity, soluble sugar, cotton, cellulose, accumulation of dry matter