

土壤湿度对棉纤维伸长与纤维素积累的影响¹⁾

许玉璋 李中东²⁾ 赵都利 许 萱

(西北农业大学农学系, 陕西杨陵·712100)

摘 要 花铃期土壤湿度对棉纤维伸长与纤维素积累的影响很大。土壤湿度保持 328 g/kg 或将土壤湿度由 246 g/kg 提高到 328 g/kg, 能促进纤维伸长, 有利于前期纤维中可溶性糖的增加和后期纤维素的积累; 土壤湿度由 328 g/kg 降到 246 g/kg, 抑制纤维伸长; 土壤湿度 164 g/kg, 严重影响纤维伸长, 可溶性糖含量低, 纤维素积累量最少, 纤维品质变劣。

关键词 土壤湿度, 棉纤维伸长, 纤维素

中图分类号 S562.061, S331

土壤水分是棉株水分的主要来源和影响体内水分代谢的最重要因素。有关棉花需水规律、土壤水分与棉花生长发育和生理特性的关系以及灌水措施等前人报道较多^[1]。但是, 关于土壤水分的多寡、供水时间、缺水时间长短等对棉纤维伸长的动态变化、纤维内含物组分的变化报道甚少。因此, 深入系统地研究这些问题, 对合理灌溉、经济用水、提高棉花产量和改进纤维品质具有重要的理论和实际意义。

1 材料与方法

试验于 1986~1989 年在西北农业大学农作一站盆栽场进行。供试品种为秦棉 1 号, 白瓷盆内径 30.5 cm, 高 56.0 cm, 每盆装营养土 33 kg。肥力水平为: 有机质 34.8 g/kg、全 N 2.02 g/kg、碱解 N 41 mg/kg、速效 P 96 mg/kg、土壤最大持水量 410 g/kg。土壤含水量分为 6 个处理(表 1), 重复 10 次。按时对试验盆称重, 补充各处理规定的土壤含水量。整个试验用塑料大棚防止降雨干扰。

为了研究棉铃发育的动态变化, 每天给当日上午开的花挂牌, 从挂牌之日起到吐絮, 在第 5、10、15、20、25、30、40、50、60 d 从各处理中取同天开花、相同果枝及节位的棉铃 5 个, 进行性状分析。

室内分析方法: 早期纤维长度采用 Gipson^[2]和 Schubert 等^[3]所报道的方法, 后期采用左右分梳法; 可溶性糖、纤维素等采用蒽酮比色法测定, 蛋白质用连续流动分析仪测定; 纤维品质用 920 系列纤维品质测定仪测定。

表 1 盆栽试验土壤水分处理 g/kg

处理	苗期	蕾期	初花期	盛花期	吐絮期
1	164	164	164	164	164
2	328	328	328	328	328
3	246	246	246	246	246
4	246	246	328	246	246
5	246	246	246	328	246
6	246	246	246	246	328

2 结果与分析

2.1 纤维伸长量的变化

棉花开花授精后, 纤维迅速伸长, 一般在 10~20 d 伸长速度最快, 20 d 后伸长速度

收稿日期: 1993-08-03.

1) 国家自然科学基金资助项目; 2) 现在陕西蒲城烟草公司工作。

减慢,30 d 左右伸长基本停止。不同土壤水分对棉纤维伸长有明显影响(表 2)。

试验结果表明:整个生育期土壤湿度为 164 g/kg,纤维长度、平均伸长度、最大伸长速度都明显变小;整个生育期土壤湿度保持在 328 g/kg,对纤维伸长有明显地促进作用,与全生育期土壤湿度为 246 g/kg 相比,最终长度、平均伸长速度、最大伸长速度分别提高 0.99%,0.89%和 0.91%;如盛花期将土壤湿度由 328 g/kg 降到 246 g/kg,明显对纤维伸长起限制作用,与全生育期土壤湿度为 246 g/kg 相比,分别降低 5.30%,5.36%和 7.69%;如盛花期将土壤湿度由 246 g/kg 提高到 328 g/kg,较全生育期土壤湿度 246 g/kg 处理分别提高 0.66%,0.70%和 10.81%;而吐絮期提高或降低土壤湿度对纤维伸长无明显影响。可见,土壤湿度高,有利纤维伸长。

2.2 棉纤维伸长期蛋白质含量和过氧化物酶活性的变化

植物细胞壁内存在着两大类细胞壁蛋白,制约着植物细胞生长,一类是结构蛋白,另一类是过氧化物酶类^[4]。为了进一步研究纤维伸长与停止的生理机制及不同土壤湿度对其变化的影响,对纤维中蛋白质含量和过氧化物酶活性进行了测定。结果表明,棉纤维中蛋白质含量,随着纤维细胞的伸长,有增加趋势。在 20 d 后,随着纤维伸长速度减慢而降低,在纤维伸长将要停止时,蛋白质含量有一高峰期,以后随着纤维次生壁的沉积,蛋白质含量呈下降趋势(图 1)。

表 2 不同土壤湿度对纤维伸长的影响

处理	长度 (mm)	平均伸长速度 (mm/d)	最大伸长速度 (mm/d)
1	26.83	0.894	1.914
2	30.50	1.016	2.242
3	30.20	1.007	2.054
4	28.59	0.953	1.896
5	30.42	1.064	2.275
6	30.21	1.007	2.055

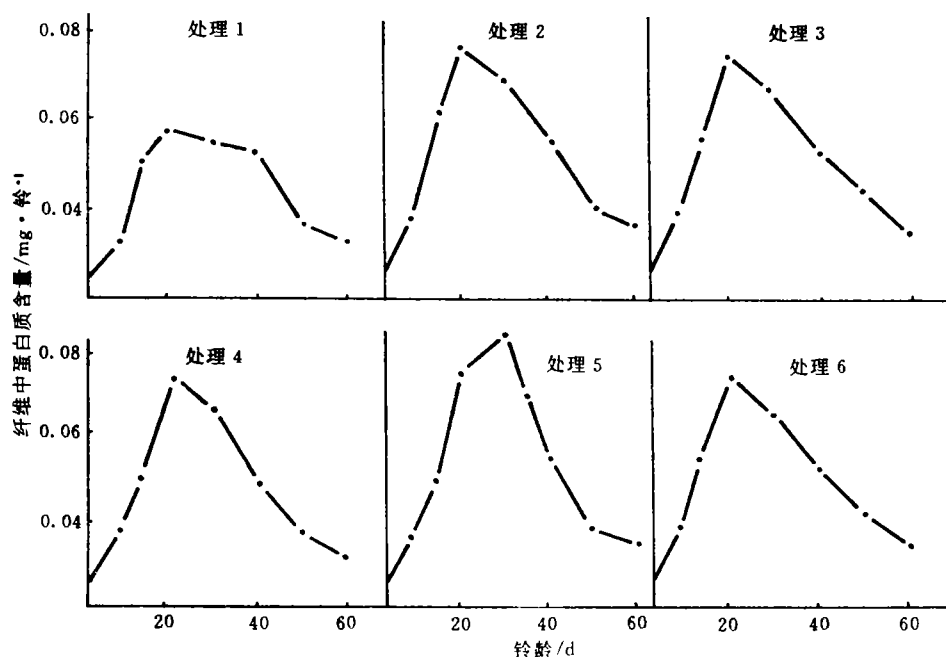


图 1 不同土壤湿度下棉纤维中蛋白质含量变化

对过氧化物酶活性测定结果表明,纤维伸长初期,过氧化物酶活性较低,仅 $1.06 \Delta D/\min \cdot g$ 左右,随铃龄增加,活性有增大趋势,但在开花后 20 d 内,增加幅度很少,其活性一般在 $1.5 \Delta D/\min \cdot g$ 左右;开花 20 d 以后,纤维伸长减慢,伸长速度大减时,过氧化物酶活性迅速提高,到 30 d 时,其活性大都超过 $8.0 \Delta D/\min \cdot g$ 。不同土壤湿度对酶活性大小有影响,在开花后 5~30 d 内,土壤湿度高,酶活性则较低,土壤湿度低时,酶活性则较高。在纤维伸长期间,土壤湿度由高降低,酶活性提高,反之,土壤湿度由低提高时,则降低酶活性(图 2)。

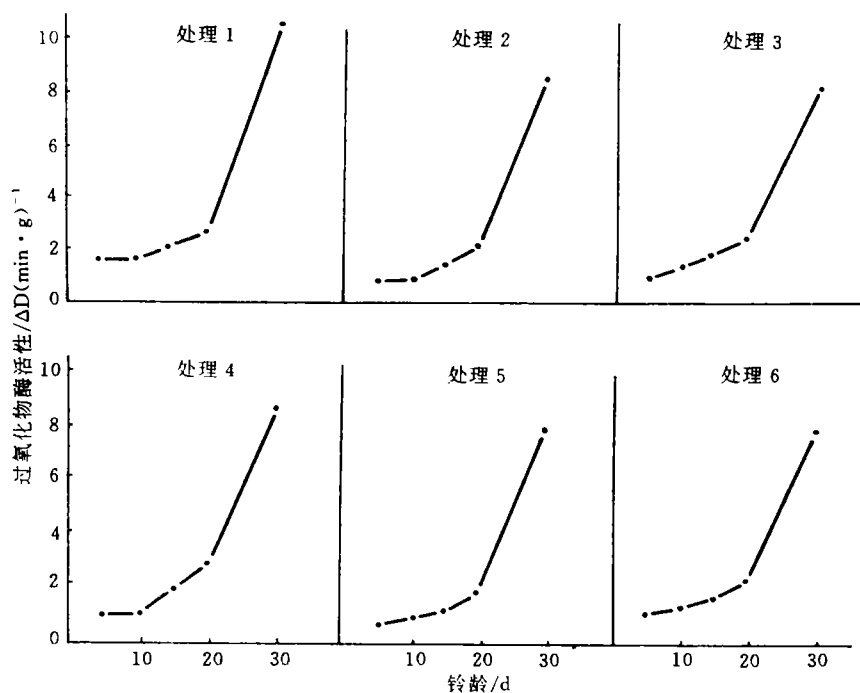


图 2 不同土壤湿度下棉纤维中过氧化物酶活性变化

从上述分析结果看出,纤维伸长变化停止时,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;而不同的土壤湿度,通过影响蛋白质含量和酶活性,而最终影响棉纤维的伸长。

2.3 棉纤维中纤维素的积累

2.3.1 可溶性糖和纤维素含量的变化 研究结果表明,在棉花开花后的前 15 d,主要进行纤维伸长,纤维中纤维素含量很低,除土壤湿度 164 g/kg 外,其它各处理的纤维素含量都不足纤维干重的 10%,并保持相对稳定水平,而可溶性糖含量达 60% 以上(图 3);开花 15 d 以后,纤维素含量逐渐增加,进入纤维伸长和加厚并进阶段;20 d 以后,纤维素合成速度加快,到 30 d 时,其纤维素含量已高达干重的 70% 左右。与此同时,可溶性糖含量急剧减少,两者呈明显负相关。

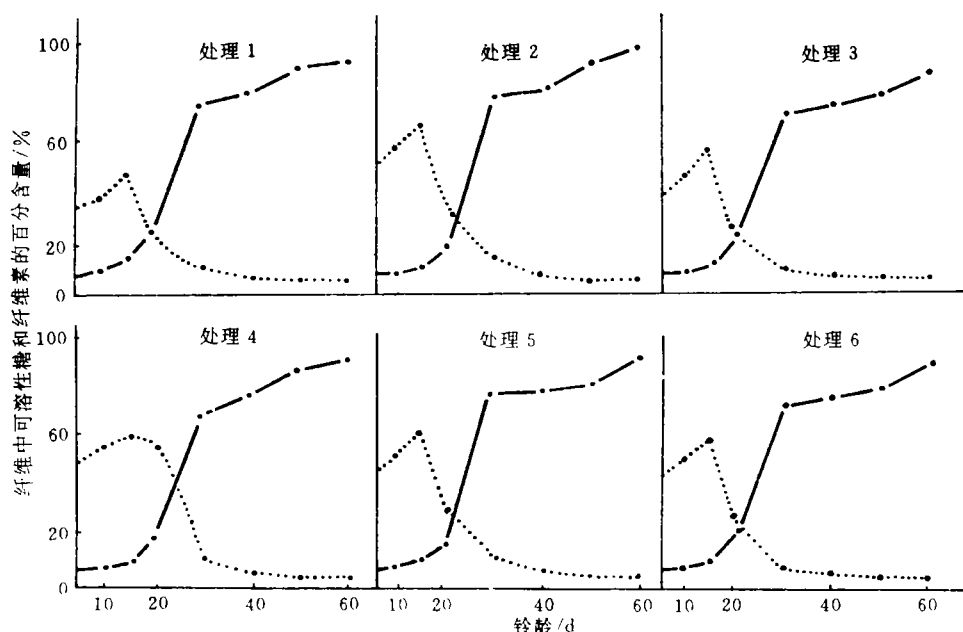


图 3 不同土壤湿度下棉纤维中可溶性糖和纤维素含量变化

—•—纤维素含量; ·····可溶性糖含量

不同土壤湿度对可溶性糖和纤维素变化的影响不同,土壤湿度在全生育期为 164 g/kg 时,由于土壤长期干旱,可溶性糖向纤维素转化明显提前,开花后 15 d ,纤维素含量已达 13.29% ,显著高于其它处理。土壤湿度 246 g/kg (处理 3)及吐絮期土壤湿度由 246 g/kg 提高到 328 g/kg (处理 6),因盛花期土壤湿度保持在 246 g/kg ,基本上满足了纤维生长需要,所以可溶性糖及纤维素含量及转化速度一致。盛花期土壤湿度由 328 g/kg 降到 246 g/kg (处理 4),使光合作用下降,同化产物正常运输受阻,可溶性糖转化为纤维素变慢^[5]。全生育期土壤湿度 328 g/kg (处理 2)及盛花期土壤湿度由 246 g/kg 提高到 328 g/kg (处理 5),充分满足了棉铃发育和纤维生长对水分的需要,光合作用加强,所以在棉铃发育早期形成的可溶性糖含量很高,中后期转化为纤维素也多。

2.3.2 纤维素积累动态 纤维素合成积累过程呈“S”形曲线。纤维素沉积曲线与纤维干物质积累曲线并不相重叠^[6](图 4)。其原因是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所造成,这种纤维干物质积累形式对纤维素沉积很有利。由于纤维干物质积累前期主要是进行纤维的伸长,这样,大量进入纤维中的同化产物,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之中,用于后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光合产物供不应求的矛盾。

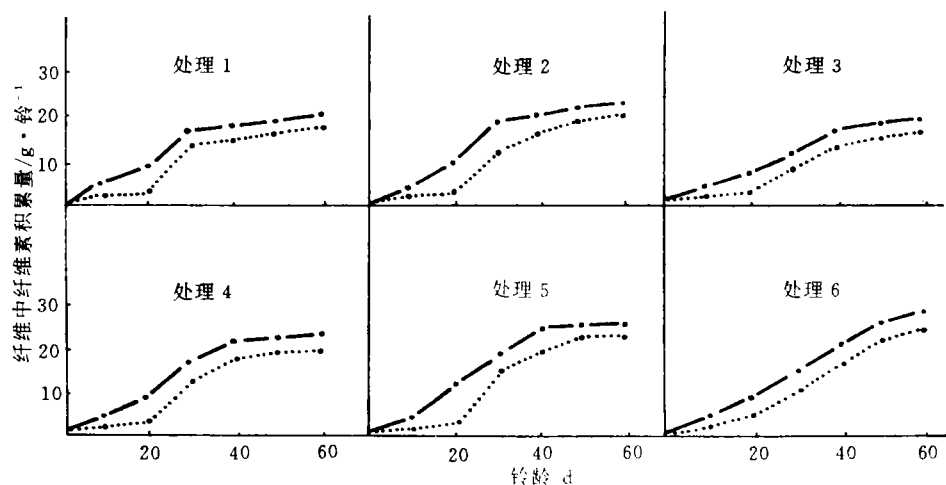


图4 不同土壤湿度下纤维干物质和纤维素积累量变化

— · — 干物质积累量; ... · ... 纤维素积累量

不同土壤湿度对纤维素沉积影响不同。土壤湿度 328 g/kg(处理 2)、盛花期土壤湿度由 246 g/kg 提高到 328 g/kg(处理 5)由于成铃期水分供应充足,前期贮存的可溶性糖含量高,后期代谢功能旺盛,所以纤维素积累最多;盛花期土壤湿度由 328 g/kg 下降到 246 g/kg(处理 4)虽前期贮存的可溶性糖较多,由于湿度由高降低,影响了棉株的正常生理活动,使纤维素积累量减少;土壤湿度 246 g/kg(处理 3)和吐絮期土壤湿度由 246 g/kg 提高到 328 g/kg(处理 6),在成铃期基本满足纤维发育的需要,纤维素积累量居中;唯有土壤湿度 164 g/kg(处理 1),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,加之代谢功能受阻,所以纤维素积累量很少。

3 结 语

1)花铃期土壤湿度对棉纤维伸长影响很大。土壤湿度保持 328 g/kg 或将土壤湿度由 246 g/kg 提高到 328 g/kg,可促进纤维伸长;土壤湿度由 328 g/kg 降到 246 g/kg,抑制纤维伸长;土壤湿度为 164 g/kg,严重影响纤维伸长速度和最终纤维长度。

2)不同土壤湿度,通过影响纤维中蛋白质含量和过氧化物酶活性而影响纤维伸长。花铃期高的土壤湿度或提高土壤湿度,都会使蛋白质高峰时的含量减少,过氧化物酶活性降低,有利于纤维伸长;低的土壤湿度或降低土壤湿度,使蛋白质高峰时的含量增加,过氧化物酶活性增加,不利于纤维的伸长。

3)花铃期土壤湿度保持 328 g/kg 或将土壤湿度由 246 g/kg 提高到 328 g/kg,纤维素积累最多;花铃期土壤湿度由 328 g/kg 降到 246 g/kg,因后期水分不足,纤维素积累量减少;土壤湿度 164 g/kg 因水分不足,纤维素积累期缩短,代谢功能受阻,纤维素积累量最少。

参 考 文 献

- 1 中国农业科学院棉花研究所. 中国棉花栽培学. 上海: 上海科学技术出版社, 1983, 165~170
- 2 Gipson J R, Joham H E. Influence of night temperature on growth and development of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Fiber elongation. Crop Sci, 1969, 9, 127~129
- 3 Schabert A M, Benedict C R, Berlin J D. Cotton fiber development kinetics of cell elongation and secondary wall thickening. Crop Sci, 1973, 6, 704~709
- 4 王水平, 沈曾佑, 张志良等. 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
- 5 赵都利, 许玉璋, 许 董等. 花铃期缺水对棉花生长发育及生理特性的影响. 西北农业大学学报, 1989, 17, (2), 79~85
- 6 刘思颖, 沈曾佑, 张志良等. 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

Effect of Soil Moisture Upon the Extension of Fiber and Accumulation of Cellulose in Cotton

Xu Yuzhang Li Zhongdong Zhao Duli Xu Xuan

(Agronomy Department, Northwestern Agricultural University Yangling, Shaanxi, 712100)

Abstract During the cotton flowering and boll developing stages the extension of fiber and accumulation of cellulose were greatly affected by soil moisture. When soil moisture was maintained at 328 g/kg or increased from 246 g/kg to 328 g/kg, it was favourable to promote the extension of fiber and increase the amount of soluble sugar during the early stage as well as to increase the accumulation of cellulose during the late stage of fiber development. On the contrary, when soil moisture was decreased from 328 g/kg to 246 g/kg, the extension of fiber was depressed. When soil moisture dropped to 164 g/kg, the extension of fiber was seriously affected; the amount of soluble sugar was lower; and the accumulation of cellulose was the lowest so that the quality of fiber becomes very poor.

Key words soil moisture, extension of cotton fiber, cellulose