

# 膜下滴灌与沟灌海岛棉田 土壤微生物特性的比较

范君华, 刘 明

(塔里木大学植物科技学院, 新疆 阿拉尔 843300)

**摘 要:** 对不同灌溉方式下土壤微生物特性的对比研究结果表明: 膜下滴灌方式下棉田的微生物数量及根际、根外微生物数量均多于细流沟灌; 两种灌溉方式都具有明显的根际效应; 膜下滴灌使土壤处于厌气条件, 土壤酶活性没有明显增加, 但由于膜下滴灌可随水滴肥, 适时适量供给棉花生长所需肥水, 仍能满足海岛棉生长需求。

**关键词:** 海岛棉田; 膜下滴灌; 沟灌; 酶活性; 根际微生物

**中图分类号:** S275.6; S154.3 **文献标识码:** A

## Comparison of the Characteristics of Soil Biological in Sea-island Cotton Field between Drip Irrigation under Mulch and Furrow Irrigation in Tarim Reclamation Area

FAN Jun-hua, LIU Ming

(College of Plant Science and Technology, Tarim University, Alar City 843300, Xinjiang Municipality, China)

**Abstract:** The research result of comparison of the characteristics of soil biological in sea-island cotton field under different irrigation models indicates that the quantity of microbe in sea-island cotton field, rhizosphere and non-rhizosphere under drip irrigation is more than under furrow irrigation. The rhizosphere effect is all evident under two irrigation models. Soil is anaerobic under drip irrigation under mulch and the activity of soil enzyme do not increase evidently, however, under drip irrigation under mulch, the fertilizer can be offered to cotton with water to meet the nutrient requirement of sea-island cotton.

**Key words:** sea-island cotton field; drip irrigation under mulch; activity of enzyme; rhizosphere microbes

塔里木盆地有着类似于埃及海岛棉区的自然生态条件, 是我国最大的海岛棉宜棉区<sup>[1]</sup>, 担负着我国海岛棉 75%~90% 以上的生产任务。塔里木盆地不仅是高海拔(平均大于 1 000 m)地区, 而且更是中亚腹地最为干旱的地区<sup>[2]</sup>, 分布于塔克拉玛干沙漠周边的棉区, 其棉花全生育期需水量高达 800 mm 以上<sup>[3]</sup>。因此, 没有灌溉就没有我国海岛棉的发展。在塔里木近 50 年的海岛棉生产中, 灌水管理走过了大水漫灌(1953~1962 年)、细流沟灌(1960~2004 年)、膜下地下滴灌(2001 年至今)的发展历程。解决塔里木水资源紧缺的当务之急是走节水灌溉之路, 滴灌被公认为是一种最具节水潜力的灌水方式, 已在南北疆陆地棉生产中广为应用<sup>[4]</sup>。在塔里木海岛棉生产长达 40 多年的沟灌方式中, 人们对海岛棉生长发育及其水肥运筹的研究已相当深入, 创造了每公顷皮棉产量 2 010 kg、2 296 kg、2 364 kg 的 3 个全国最高产记录<sup>[5,13]</sup>, 其水分最高利用率为每

公斤生物学产量和皮棉分别需水 0.28 m<sup>3</sup> 和 2.08 m<sup>3</sup><sup>[6]</sup>; 而对于膜下滴灌海岛棉田土壤中养分转化与供应者的微生物却缺乏了解<sup>[7,8]</sup>。本文对传统的沟灌与新近发展起来的膜下滴灌方式下的海岛棉田土壤微生物居群数量及其酶活性等进行了初步对比研究, 以期明确极端干旱区棉田土壤微生物的固有作用, 为保护塔里木灌区、加快海岛棉的发展积累有关资料。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试土样取样地点、时间及方法

**取样地点:** 土样取自塔里木大学试验站沟灌和十二团 7 连与 11 连膜下滴灌和沟灌海岛棉田。

**取样方法:** 根外土样用土钻法, 根际土样用抖根法。

**取样时间:** 2003 年 7 月、8 月中旬。取样时须远离田边地埂, 先用取土刀刮去地表杂物, 以“S”型法用管形土钻选取 6

收稿日期: 2004-07-19

基金项目: 教育部高等学校骨干教师资助计划项目和塔里木大学基金项目(2004-10)部分内容。

作者简介: 范君华(1965-), 女, 副教授。

~10 个样点,采样深度为 0~20 cm。根际微生物取样时,将棉株连根拔出,然后把根系上的土抖在准备好的干净塑料袋里。各样点的土充分混合均匀,拣出其中的残膜及动植物残体,用四分法分样,每样约 1 kg,装袋后写好标签,放置室内阴干,用木棒碾磨细,过 1 mm 筛后备用。

## 1.2 测定方法

### 1.2.1 土壤酶测定方法

过氧化氢酶 (catalase, CAT) 的测定采用高锰酸钾滴定法;转化酶 (invertase, INV) 的测定采用 3, 5 二硝基水杨酸 (DNS) 法;脲酶 (urease) 的测定采用奈氏比色法;碱性磷酸酶 (alkaline phosphatase, AKP) 的测定采用磷酸苯二钠法。测定方法见文献 [9]。

### 1.2.2 土壤微生物数量测定

土壤细菌、真菌、放线菌计数(CFU)采用稀释平板涂布法。

细菌采用牛肉膏蛋白胨培养基,30 ℃培养 2 d;真菌采用 PDA 培养基,25 ℃培养 5~7 d;放线菌采用高氏一号培养基,28 ℃培养 7~10 d。每个土样选取 3 个浓度,每个浓度 3 次重复。具体测定方法见文献[7]。

## 2 结果与分析

### 2.1 膜下滴灌与沟灌海岛棉田土壤中酶活性的比较

土壤酶活性的高低,不仅反映了生物化学反应的强度和方向,而且表征了土壤肥力的动态变化。土壤酶参与有机物质的分解和腐殖质的形成,它与土壤的物理特性和水热状况以及土壤的无机和有机组分的组成及吸收性复合体的特征有着密切联系,因此,土壤酶活性可以作为土壤肥力的一个重要指标[9]。

从表 1 可以看出,过氧化氢酶、碱性磷酸酶的酶活性 7 月比 8 月高,而脲酶、转化酶则是 8 月比 7 月高。膜下滴灌棉田

表 1 不同灌溉方式下土壤酶活性的比较\*

灌溉方式	试验地点	过氧化氢酶		转化酶		脲酶		碱性磷酸酶	
		7月	8月	7月	8月	7月	8月	7月	8月
细流沟灌	塔里木大学 4号试验地	1.60	1.00	180.33	205.18	2.79	4.98	32.51	24.60
	良种繁育场 1连19号地	2.20	1.50	163.25	255.64	2.65	4.83	27.87	22.84
	平均	1.90	1.25	184.22	217.99	2.72	4.91	33.19	23.72
膜下滴灌	12团7连 273号地	1.00	1.00	83.91	137.48	4.74	1.99	6.38	5.50
	12团11连 62号地	1.60	1.30	120.55	173.35	1.43	5.30	25.71	13.25
	平均	1.30	1.15	102.23	155.42	3.09	3.65	15.61	9.82

\* 酶活性单位:过氧化氢酶,20 min 内每克土消耗的  $\text{KMnO}_4$  的毫升数;转化酶,37 ℃条件下 24 h 内每克土产生的葡萄糖的微克数;脲酶,37 ℃条件下 48 h 内每克土产生的氨的毫克数;碱性磷酸酶,37 ℃条件下 24 h 内每克土产生的酚的毫克数。

的酶活性要略低于沟灌棉田的酶活性,这是因为在淹水条件下,土壤中氧气缺乏,导致土壤磷酸酶、脲酶、转化酶、及微生物活性降低[9]。但由于膜下滴灌能随水滴肥,因此能适时适量及时满足棉花对水肥的需求。

### 2.2 膜下滴灌与沟灌海岛棉田土壤微生物数量比较

土壤中微生物数量是对土壤微生物生态条件的综合反应,细菌具有分解有机物质、合成腐殖质和转化矿质养分存在状态的作用;真菌分解枯枝落叶能力极强;放线菌则具有分解动植物残体中难分解组分、参与新鲜有机残体形成腐殖质的作用,并在进行大量物质转化的同时,通过菌丝的穿透作用和对土粒的机械束缚作用影响稳定的团聚体的形成。

细菌、真菌、放线菌由于生态属性不同,它们的数量及在微生物中所占的比例也不同。从表 2 中可以看出,膜下滴灌棉田中的三大类微生物数量明显高于沟灌,膜下滴灌棉田的细菌、真菌、放线菌总数分别比沟灌增加了 33.63%、10.00%、18.18%。另外,从表 2 还可以看出,两种灌溉方式土壤微生物数量均以细菌数量最多,占微生物总数的 94.7% 以上,其次是真菌和放线菌分别占 1.8%~3.0%,这是由于细菌适应性强,因而数量最多;真菌则适于酸性环境生长;放线菌适应于干旱有机质丰富的环境,因此在海岛棉田中,真菌、放线菌生长发育受抑制,这也说明在棉田土壤物质转化中,细菌是最重要作用者。另外从数量上

看,真菌和放线菌数量虽然很少,但它们在土壤中的生物量却很大,因此,它们对土壤中有有机质形成仍具有极其重要作用。土壤微生物数量的增加能加快有机质分解,促进土壤腐殖质的形成,有利土壤矿质元素的转化,增强了可溶性盐类的矿化作用,释放更多的有效养分,使棉田供肥能力和棉花营养水平得到提高,促进棉花生长,为高产创造良好的土壤生态条件。

### 2.3 膜下滴灌与沟灌海岛棉田根际微生物比较

根圈指生长中的植物根系直接影响的土壤范围,包括根系表面至几毫米的土壤区域,为植物根系有效吸收养分的范围,也是根系分泌作用旺盛的部位,因而是微生物和植物相互作用的界面。根土比(R/S)即根圈中微生物数量同相应的无根系影响的土壤中微生物数量之比,是反映根圈效应的重要指标[10]。根圈微生物通过旺盛的代谢作用和所产生的酶类加强了有机物质的分解,促进了营养元素的转化,提高了土壤中磷素与其它矿质养料的可供性,改善植物的营养;根圈微生物分泌的维生素、氨基酸、生长刺激素等生长调节物质能促进植物的生长;根圈微生物分泌的抗菌素类物质有利于作物避免土著性病原菌的侵染;根圈微生物产生铁载体,这是一些植物促长细菌的重要功能之一。

从表 3 可以看出,植物具有明显的根圈效应,离根越近,微生物数量越多。在植物生长过程中,根系一方面从土壤中摄取

表 2 不同灌溉方式下土壤微生物数量的比较

灌溉方式	试验地点	每克土的微生物量/(10 <sup>3</sup> 个)			总数	百分比/%		
		细菌	真菌	放线菌		细菌	真菌	放线菌
细流沟灌	12 团 7 连 271 号地	41.3	1.0	1.3	43.6	94.7	2.3	3.0
	良种繁育场 1 连 19 号地	37.8	0.7	1.0	39.5	95.7	1.8	2.5
	塔里木大学 4 号试验地	43.7	1.3	1.0	46.0	95.0	2.8	2.2
	平 均	40.9	1.0	1.0	43.0	95.1	2.3	2.5
膜下滴灌	12 团 7 连 272 号地	68.7	1.2	1.3	71.2	96.5	1.7	1.8
	12 团 11 连 62 号地	49.1	1.0	1.2	51.3	95.7	1.9	2.4
	12 团 7 连 273 号地	46.3	1.1	1.4	48.8	94.9	2.3	2.8
	平 均	54.7	1.1	1.3	57.1	95.9	1.9	2.2

表 3 不同灌溉方式下每克土的根际微生物比较

10<sup>3</sup> 个

灌溉方式	试验地点	细菌			真菌			放线菌		
		根际	根外	R/S	根际	根外	R/S	根际	根外	R/S
细流沟灌	良种繁育场 1 连 19 号地	970.00	430.00	2.26	3.30	2.30	1.43	114.00	65.00	1.75
	12 团 7 连 271 号地	900.00	70.00	12.86	13.00	3.00	4.33	77.00	3.00	5.92
	平 均	935.00	250.00	7.56	8.15	2.65	2.88	95.50	34.00	3.84
膜下滴灌	12 团 11 连 62 号地	6 870.00	700.00	9.80	4.30	1.30	3.31	167.00	46.00	3.63
	12 团 7 连 273 号地	2 200.00	1 530.00	1.44	33.00	17.00	19.59	30.00	10.00	3.00
	平 均	4 535.00	1 115.00	5.62	18.65	9.15	11.45	98.50	28.00	3.32

水分、养分,同时也向土壤溢泌质子、离子,并释放大量的有机物质,据报道,植物有高达 30% 的光合产物以有机碳形式释放进入根际土壤,这些有机物质不仅为根际微生物提供丰富的碳源,而且极大的改变了根际微区的物理和化学环境,进而对根际土壤养分产生重大影响<sup>[11]</sup>。从表 3 可以看出,膜下滴灌棉田根际、根外微生物数量均高于沟灌棉田,根土比的范围为 1.4~20,具有明显的根圈效应。微生物数量可以反映肥力水平,微生物数量越多,土壤肥力越高,因此,膜下滴灌可使肥水资源得到很好的利用,有利于提高地力,促进海岛棉的高产。

### 3 结 语

土壤微生物是陆地生态系统中最活跃的组成部分,具有担负土壤生态平衡的“稳定器”、物质循环的“调节器”和植物养分的“转换器”等多方面功能<sup>[12]</sup>,其活性大小可较敏感地反映土壤中生化反应的方向、强度以及土壤肥力。试验结果表明:①膜下滴灌棉田酶活性要略低于沟灌,这是由于在滴灌田中,土壤处于厌气条件,导致酶活性降低,但是滴灌能随水滴肥,因此能适时适量及时满足棉花对水肥的需求。②在土壤微生物中,膜下滴灌棉田微生物数量要多于沟灌;细菌数量最多,而真菌和放线菌则相对较少,说明在棉田土壤物质转化中,细菌是最重要作用者。③不论何种灌溉方式,其根际微生物都明显多于非根际微生物,根圈效应明显。 □

#### 参考文献:

[1] 陈顺理,马 环.塔里木海岛棉的育种与历史经验[A].中国棉花

学会.中国棉花学会第三届代表大会暨第七次学术讨论会论文摘要汇编[C].1988;84-85.

[2] 方创琳.西北干旱区安全系统结构与功能的监控思路初论[J].中国沙漠,2000,20(3):326-328.

[3] 陈玉民,郭国双.中国主要作物需水量与灌溉[M].北京:水利水电出版社,1995;85,232.

[4] 徐飞鹏,李云开,任树梅.新疆棉花膜下滴灌技术的应用与发展的思考[J].农业工程学报,2004,19(1):25-27.

[5] 胡 渊,徐文钊,屈志忠.长绒棉高产栽培技术[J].中国棉花,1993,20(1):25-26.

[6] 叶 凯,姜春恒,王 岚.新疆植棉业创造高产田的探索与展望[A].新疆首届青年学术论文集[C].乌鲁木齐:新疆人民出版社,1993;75-78.

[7] 范君华,刘 明,翁永江.高产海岛棉田土壤微生物学特性研究[J].棉花学报,2001,13(5):297-300.

[8] 范君华,刘 明,李新建,等.高产海岛棉田土壤微生物对海岛棉生长及产量的影响[J].中国棉花,2003,30(1):12-14.

[9] 关松荫.土壤酶及其研究法[M].北京:农业出版社,1986:256-312.

[10] 李阜棣,胡正嘉.微生物学[M](第五版).北京:中国农业出版社,2001:193-195.

[11] 张福锁.根际动态过程与植物营养[J].土壤学报,1992,29(3):239-250.

[12] 许光辉,郑洪元.土壤微生物分析与方法手册[M].北京:农业出版社,1986;43-278.

[13] 中国棉花学会,新疆棉花学会,新疆高产棉田鉴定考察小组.新疆高产棉田鉴定与技术考察报告[J].中国棉花,1991,18(1):2-4.