

连作及灌溉方式对棉田土壤微生物量碳氮的影响

单鸿宾¹, 梁 智², 王纯利¹, 朱新萍¹, 王 丽¹, 贾宏涛¹

(1. 新疆农业大学草业与环境科学学院, 新疆 乌鲁木齐 830052; 2. 新疆农科院土肥所, 新疆 乌鲁木齐 830091)

摘 要: 采用野外采样与室内分析的方法, 对不同连作年限及灌溉方式条件下土壤微生物量碳、氮的变化规律进行研究, 结果表明: 与荒地相比, 棉田土壤微生物量碳氮含量均增加, 且随种植年限的延长, 土壤微生物量碳氮变化规律基本一致, 连作 2 a 的微生物量碳氮含量最低, 分别为 16.22 ± 0.77 和 13.08 ± 0.75 mg/kg, 随连作年限的延长微生物量碳氮含量不断增加, 到连作 15 a 时达到最高点, 分别为 38.67 ± 1.22 和 23.39 ± 0.65 mg/kg, 之后微生物量碳氮含量开始下降; 相对于地面沟灌而言, 滴灌使土壤微生物量碳氮含量明显提高; 微生物量碳与微生物量氮呈现极显著正相关性, 相关系数为 0.951, 与土壤全氮、速效氮呈显著正相关, 相关系数分别为 0.863、0.854; 微生物量氮与土壤全氮、速效氮的相关系数分别为 0.919、0.945, 呈极显著正相关。

关键词: 棉花; 连作; 微生物量碳氮; 灌溉方式

中图分类号: S154.34 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2010)04-0202-04

棉花产业是新疆农业主导产业, 在区域内部产业结构中占有较大的比重, 对区域经济发展有较大推动作用。新疆棉区是我国最大的内陆灌溉棉区, 气候条件优越, 光照资源充足, 棉花生产具有得天独厚的优越条件。棉花是新疆不可替代的支柱产业, 是农民增收的一个主要来源^[1]。近年来由于新疆棉花产业的大力发展, 种植面积不断扩大, 连作现象十分普遍。关于连作, 已有大量的研究工作, 主要针对经济作物, 研究结果表明连作降低了作物产量和品质^[2,3]; 李凤等研究认为棉花连作会使土壤脲酶活性呈下降趋势^[4]。新疆水资源相对匮乏, 棉田灌溉方式多样化, 目前常规沟灌技术和膜下滴灌技术并存, 不同的灌溉方式对土壤环境的影响也不完全相同。范君华等认为滴灌较沟灌提高了微生物数量, 能随水滴肥, 适时适量及时满足棉花对水肥的需求, 提高了棉花产量^[5]。柴仲平等研究了连作、不同灌溉方式棉田对土壤物理性质的影响, 认为棉花连作、灌溉方式对棉田土壤的物理性状产生了一定影响^[7,8], 对于棉花连作及不同灌溉方式对土壤微生物量碳氮影响的研究未见报导。

土壤微生物生物量是指土壤中体积小于 $5 \times 10^3 \mu\text{m}^3$ 的生物总量, 是土壤养分的储存库和植物生长可利用养分的重要来源, 是土壤有机质中最为活跃的组分。其能反映微生物在土壤中的实际含量和作用潜力, 具有灵敏、准确的优点, 现已成为近年来国

内外土壤学研究的热点之一^[6]。本文通过研究不同连作年限、不同灌溉方式对棉田土壤微生物量碳氮的影响, 探讨棉花灌溉方式及连作对于土壤生物学性质的影响, 从而为探索新疆植棉业的可持续发展提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 材料

土壤样品于 2007 年 8 月采自新疆 31 团 ($40^{\circ}51' \text{N}$, $86^{\circ}58' \text{E}$), 该团隶属于新疆建设兵团农二师, 属内陆性气候, 干燥、少雨、日照长、温差大, 土壤为棕漠土, 质地类型以壤土和沙壤土为主, 无盐渍化现象, 种植制度为一年一熟, 属于兵团统一企业式管理, 耕作模式、种植密度、施肥水平等田间管理方式一致, 满足空间置换时间的条件。分别按照连作年限和灌溉方式进行土壤样品采集。连作年限: 按荒地、连作 2、5、10、15、20 a 采样, 其按连作年限采集的样品灌溉方式统一为滴灌, 且灌溉量相同; 灌溉方式按滴灌、地面沟灌两种不同灌溉方式采样, 连作年限基本相同, 为连作 10~12 a。每处理重复 5~7 次。取样时先刮去地表杂物, 以 S 型法用土钻选取 7~8 个样点, 采样深度为 0~30 cm, 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, 每样保留约 1 kg 左右, 低温保存带回实验室备用。部分供试土壤样品基本性质见表 1。

收稿日期: 2009-04-28

基金项目: 973 课题 (2006CB708402); 自治区高技术研究与发展计划项目 (200712111); 新疆维吾尔自治区高校青年启动基金 (XJEDU2007S16); 土壤学自治区重点学科资助

作者简介: 单鸿宾 (1982—), 男, 新疆塔城人, 在读硕士, 主要从事土壤微生物相关工作。

通讯作者: 贾宏涛 (1975—), 男, 陕西高陵人, 博士, 副教授, 研究方向为土壤生态。E-mail: hongtaojia@126.com。

表 1 试样的基本理化性质
Table 1 The basic properties of tested soils

处理 Treatments	pH 值 pH value	总盐(g/kg) Total salt	全 N(g/kg) Total N	全 P(g/kg) Total P	速效 N(mg/kg) Avai. N	速效 P(mg/kg) Avai. P	速效 K(mg/kg) Avai. K
连作 2 年 2-year con-cropping	8.06	0.49	0.528	0.777	45.97	21.43	144.00
连作 5 年 5-year con-cropping	8.03	0.43	0.443	0.615	45.13	22.87	130.67
连作 10 年 10-year con-cropping	8.10	0.41	0.511	0.860	46.83	41.40	119.00
连作 15 年 15-year con-cropping	8.15	0.41	0.613	0.807	62.20	22.33	137.33
连作 20 年 20-year con-cropping	7.87	0.41	0.630	0.783	51.10	35.57	144.00
滴灌 Drip irrigation	7.75	1.39	0.531	0.902	41.50	8.10	312.00
地面沟灌 Furrow irrigation	7.76	1.01	0.348	0.753	37.30	4.70	212.00

1.2 土壤微生物量碳、氮的测定

采用氯仿熏蒸浸提法测定土壤微生物量碳氮^[9]。称取相当于干土 50.00 g 的新鲜土样于 100 ml 的小烧杯中,连同盛有约 60 ml 不含酒精的氯仿小烧杯(2~3 只)放入真空干燥器中灭菌 24 h。加 0.5 mol/L 的硫酸钾溶液(水土比 4:1)于土样中,振荡 30 min (300rev/min)后过滤,不灭菌土样做同样处理,3 次重复。

提取液中碳的测定用重铬酸钾容量法。土壤微生物量碳(mg/kg) = E_c/K ,式中 E_c 为熏蒸与不熏蒸土样有机碳的差值,校正系数 $K=0.38^{[10]}$ 。

提取液的氮测定用茚三酮比色法。土壤微生物量氮(mg/kg) = $m \times (E_{min} - N)$, $E_{min} - N$ 为熏蒸与未熏蒸的差值; m 为转换系数,取值 $0.5^{[11]}$ 。

2 结果与分析

2.1 不同连作年限对微生物量碳、氮的影响

土壤微生物量碳是组成土壤腐殖质的重要碳源,微生物量碳的增加可以促进土壤形成活性较高的新生腐殖质,对改善土壤质量有重要意义^[12]。由图 1 分析得出:荒地微生物量碳含量最低,为 9.22 ± 1.05 mg/kg,棉田土壤微生物量碳含量均高于荒地。随种植年限的延长,土壤微生物量碳表现出一定的变化规律,且各连作年限间差异显著。棉花连作 2 a 土壤微生物量碳含量最低,为 16.22 ± 0.77 mg/kg,之后随连作年限的延长土壤微生物量碳含量也不断增加,连作 15 a 时达到最高点,为 38.67 ± 1.22 mg/kg,较连作 2 a 时的增加了约一倍。连作 15 a 后开始下降,到连作 20 a 时,为 33.28 ± 3.26

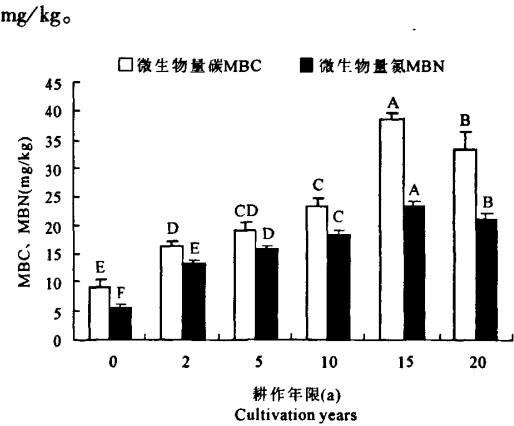


图 1 耕作年限对土壤微生物量碳氮的影响

Fig.1 The effect of cultivation years on soil microbial biomass carbon and nitrogen

注:图中字母表示不同处理间的显著极差法比较($P=0.01$),字母不同表示两个处理间在 1% 水平上存在显著差异。

Note: The letters indicate LSR of different treatments. Different letters mean significant difference at 1% level.

土壤微生物量氮反映土壤氮素的有效性,是土壤微生物对氮素矿化与固持作用的综合体现,对土壤氮的供应和循环具有重要意义^[6]。由图 1 看出:微生物量氮随连作年限的变化与微生物量碳的变化规律基本一致,连作间差异显著。除去荒地(5.52 ± 0.62 mg/kg),连作 2 a 的微生物量氮含量最低,为 13.08 ± 0.75 mg/kg。随连作年限的延长而不断增加,到连作 15 a 时达到最高点,为 23.39 ± 0.65 mg/kg。之后开始下降趋势,到连作 20 a 下降到 21.08 ± 1.14 mg/kg。

土壤微生物生物量是土壤养分的储库,其变化是微生物对土壤中养分固持和释放的表现形式,反映土壤的同化和矿化能力。本研究中连作土壤微生物量碳氮均高于荒地,表明其微生物学特性普遍好于对照,土壤肥力高,这与许多研究结果一致^[13]。随种植年限的增加,土壤微生物量表现出一定的变化规律。土壤微生物量碳、氮在连续种植 15 a 时含量最高,同时调查发现连作 15 a 作物产量较高。连作初期,化肥和有机肥的投入,土壤中外源有机碳迅速增加,为微生物活动提供较多能源,灌溉改善土壤水分环境,也极大刺激了微生物活性,因此土壤微生物量明显提高。长期连作的土壤容易出现养分失衡、酸化、土传病害严重、土壤理化性质变劣等问题^[14],容易引起土壤微生物数量及活性下降^[3],土壤环境条件开始变劣,这也可能是微生物量也有不同程度降低的原因。

2.2 灌溉方式对微生物量 C、N 的影响

新疆棉田灌水方式由大水漫灌发展为沟灌和滴灌。由表 2 可知,土壤微生物量碳含量由地面沟灌的 $32.96 \pm 1.38 \text{ mg/kg}$ 提高到滴灌的 $36.2 \pm 1.13 \text{ mg/kg}$,土壤微生物生物量氮含量由地面沟灌的 $6.37 \pm 0.70 \text{ mg/kg}$ 提高到滴灌的 $9.37 \pm 0.51 \text{ mg/kg}$,两种灌溉方式有着显著差异。有学者认为滴灌改变了土壤微生物区系结构,加快有机质分解,促进土壤腐殖质的形成,有利于土壤矿质元素的转化^[15]。这也正可能是微生物量明显提高的原因。滴灌与沟灌相比还具有节省劳动力,节水,少占耕地,肥料流失少,提高土地利用率,减少作业程序,防止土壤表面积盐、板结等优点。

2.3 微生物量 C、N 与基本物理化学性质的相关性

研究报道土壤微生物量氮与微生物量碳呈高度

正相关,但也有研究表明两者间并无相关性^[14]。对新疆棉田土壤的研究发现土壤微生物量碳与微生物量氮的相关系数为 0.951,具有极显著正相关性($P < 0.01$)(表 3)。本研究还发现微生物量碳与土壤全氮、速效氮的相关系数分别为 0.863、0.854,具有显著正相关性($P < 0.05$),微生物量氮与土壤全氮、速效氮的相关系数分别为 0.919、0.945,达到极显著正相关性($P < 0.01$)(表 3)。微生物量氮与土壤可溶性盐分总量相关性数为 -0.831,达显著负相关性($P < 0.05$)。

土壤氮素主要集中在耕层,其中 90% 以上以有机氮的形势存在。速效氮虽然只占土壤全氮的一小部分,但能够被植物和微生物直接吸收和转化,因此微生物对其变化更为敏感,土壤速效氮过剩和比例失调都可能影响到土壤微生物的生长、活性及种群结构^[16]。

表 2 灌溉方式对微生物量碳氮的影响(mg/kg)

Table 2 The impact of irrigation methods on soil microbial biomass carbon and nitrogen

灌溉方式 Irrigation method	微生物量碳 MBC	微生物量氮 MBN
地面沟灌 Furrow irrigation	$32.96 \pm 1.38\text{bA}$	$6.37 \pm 0.70\text{bB}$
滴灌 Drip irrigation	$36.20 \pm 1.13\text{aA}$	$9.37 \pm 0.51\text{aA}$

注:表中字母表示不同处理间的显著极差法比较,小写字母表示($P = 0.05$),大写字母表示($P = 0.01$),字母不同表示两个处理间在 5% 或 1% 水平上存在显著差异。

Note: The letters indicate LSR of different treatments. Different small and capital letters mean significant difference at 5% and 1% levels, respectively.

表 3 微生物量碳氮与基本理化性质的相关性

Table 3 The correlation between the soil microbial biomass carbon & nitrogen and basic physical and chemical properties

	MBC	pH 值 pH value	总盐(g/kg) Total salt	全 N(g/kg) Total N	全 P(g/kg) Total P	速效 N(mg/kg) Avai. N	速效 P(mg/kg) Avai. P
MBC	—	-0.390	-0.640	0.863 *	-0.245	0.854 *	0.506
MBN	0.951 * *	-0.480	-0.831 *	0.919 * *	-0.432	0.945 * *	0.672

注 Note: * $P < 0.05$ * * $P < 0.01$

3 结 论

土壤微生物量被定义为有机质的活性组分,是表征土壤质量的生物学指标之一。通过研究得出以下结论:

1) 随种植年限的延长,土壤微生物量表现出一

定的变化规律,且土壤微生物量碳氮含量变化规律基本一致,呈先增加后降低的趋势。与荒地相比,棉田土壤微生物量碳氮含量均增加,且各连作年限间差异显著。连作 15 年后土壤生物学特性开始变差,预示棉田耕作中应采取避免带来的生产力下降。

2) 相对于地面沟灌而言,滴灌明显提高土壤微生物量碳氮含量。滴灌可为棉花生长创造良好微生物环境,使作物根区土壤始终保持疏松和最佳含水状态。

3) 微生物量碳与微生物量氮具有极显著正相关性;微生物量碳与全氮、速效氮具有显著正相关性,微生物量氮与全氮、速效氮具有极显著正相关性。表明,在棉田土壤生态环境中土壤微生物量仍具高度敏感性,可以作为评价棉田土壤肥力变化的有效指标。

土壤微生物量碳氮只是影响土壤质量的生物学指标之一,在今后的研究工作中应该将微生物特性、土壤酶活性与土壤微生物多样性等指标联系起来进行系统研究,同时也要重视土壤理化性质与微生物之间的相互作用研究,以期新疆土壤资源的可持续利用与种植业的健康发展提供科学依据。

参考文献:

- [1] 万素梅,王立祥.发挥区域资源优势—促进新疆棉花可持续发展[J].塔里木大学学报,2006,18(1):98—101.
- [2] 袁龙刚,张军林,张朝阳.连作对辣椒根际土壤微生物区系影响的初步研究[J].陕西农业科学,2006,(2):49—50.
- [3] 贺丽娜,梁银丽,高静,等.连作对设施黄瓜产量和品质及土壤酶活性的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2008,36(5):155—159.
- [4] 李凤,刘淑娟,耿伟,等.长期连作对棉田土壤酶活性的影响[J].中国棉花,2008,(6):43—43.
- [5] 范君华,刘明.膜下滴灌与沟灌海岛棉田土壤微生物特性的比较[J].节水灌溉,2005,(1):9—11.
- [6] 王光华,金剑.不同土地管理方式对黑土土壤微生物量碳和酶活性的影响[J].应用生态学报,2007,18(6):1275—1280.
- [7] 柴仲平,梁智,王雪梅,等.连作对棉田土壤物理性质的影响[J].中国农学通报,2008,24(8):192—195.
- [8] 柴仲平,梁智,王雪梅,等.不同灌溉方式对棉田土壤物理性质的影响[J].新疆农业大学学报,2008,31(5):57—59.
- [9] 吴金水,林启美,黄巧云,等.土壤微生物生物量测定方法及其应用[M].北京:气象出版社,2006:61—85.
- [10] Vance E D, Brookes P C, Jenkinson D S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C[J]. Soil Biology & Biochemistry, 1987,19:703—707.
- [11] Wu J S, Joergensen R G, Pommerening B, et al. Measurement of soil microbial biomass C by fumigation-extraction automated procedure[J]. Soil Biology & Biochemistry, 1990,20:1167—1169.
- [12] 张明,白震.长期施肥农田黑土微生物量碳、氮季节性变化[J].生态环境,2007,16(5):1498—1503.
- [13] 王晓凌,陈明灿,张雷.不同耕作方式对土壤微生物量和土壤酶活性的影响[J].安徽农学通报,2007,13(12):28—30.
- [14] 王珊.不同种植年限设施土壤微生物特性变化研究[D].四川:四川农业大学,2007:5—6.
- [15] 张风华,马富裕,郑重,等.不同水肥处理膜下滴灌棉田根际微生物及棉花生长发育的研究[J].新疆农业大学学报,2000,23(4):56—58.
- [16] 薛菁芳,高艳梅,汪景宽,等.土壤微生物量碳氮作为土壤肥力指标的探讨[J].土壤通报,2007,38(2):247—250.

Effect of continuous cropping and irrigation way on soil microbial biomass carbon and nitrogen

SHAN Hong-bin¹, LIANG Zhi², WANG Chun-li¹, ZHU Xin-ping¹, WANG Li¹, JIA Hong-tao¹

(1. College of Prataculture and Environmental Science, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052, China;

2. Institute of soil and Fertilizer, Xingjian Academy of Agricultural Sciences, Urumqi, Xinjiang 830091, China)

Abstract: By field sampling and indoor analysis methods, we have surveyed soil microbial biomass carbon and nitrogen change in different duration of continuous cropping years and irrigation condition, and the results showed that: Compared with wasteland, soil microbial biomass carbon and nitrogen both increase in cotton field, and with the increase of years for cultivation, the change laws of soil microbial biomass carbon and nitrogen are basically the same. The microbial biomass carbon and nitrogen are the lowest in the two-year continuous cropping, being 16.22 ± 0.77 mg/kg and 13.08 ± 0.75 mg/kg respectively. With the extension of continuous cropping, microbial biomass carbon and nitrogen content continue to increase. In 15-year continuous cropping, the microbial biomass carbon and nitrogen get to the highest points of 38.67 ± 1.22 mg/kg and 23.39 ± 0.65 mg/kg respectively, and then the soil microbial biomass carbon and nitrogen begin to decline. Compared to furrow irrigation, drip irrigation improves obviously microbial biomass carbon and nitrogen. Microbial biomass carbon has extremely obvious positive correlation with microbial biomass nitrogen, and the correlation coefficient is 0.951. It also has obvious positive correlation with soil total nitrogen and available nitrogen, and the correlation coefficients are 0.863 and 0.854 respectively. Microbial biomass nitrogen has extremely obvious positive correlation with soil total nitrogen, available nitrogen, with the correlation coefficients being 0.863 and 0.854 respectively.

Keywords: cotton; continuous cropping; microbial biomass carbon and nitrogen; irrigation way