

棉田连作对土壤微生物及酶活性的影响

单鸿宾¹, 梁智², 王纯利¹, 贾宏涛¹, 王丽¹

(1. 新疆农业大学草业与环境科学学院, 乌鲁木齐 830052;
2. 新疆农业科学院土壤肥料研究所, 乌鲁木齐 830091)

摘要:通过对连作5年、10年、15年和20年棉田的土壤微生物数量和土壤酶活性进行了研究,结果表明微生物总数随着连作年限的增加而不断减小;细菌所占百分比呈下降趋势;真菌却由0.45%不断的上升到1.88%,B/F值减小;放线菌、真菌和细菌的变异系数分别为31.67、30.8和56.12;放线菌与速效钾具有正相关性、真菌与速效氮具有负相关性;蔗糖酶、磷酸酶和脲酶的酶活随连作年限的增加呈阶梯式上升,过氧化氢酶无明显变化差异;蔗糖酶、磷酸酶和脲酶与全氮和速效钾均有显著相关性。

关键词:棉花;连作;土壤微生物;土壤酶

中图分类号:S154.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1008-0864(2009)01-0113-05

Effect of Continuous Cotton Cropping on the Microbes and Enzyme Activities in Soil

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

(1. School of Grassland and Environmental Sciences, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, 830052;

2. Institute of Soil Science and Fertilizer, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Urumqi 830091, China)

Abstract: Soil microbial qualities and soil enzyme activities were studied in cotton field continuous cropped for 5 years, 10 years, 15 years and 20 years. The results showed that the microorganism amount decreased with the increase of cropping years. Bacterial percentage decreased, while fungi percentage increased from 0.45% to 1.88%. The ratio of B and F decreased. Variation coefficient for actinomycetes, fungi and bacteria were 31.67, 30.8 and 56.12 respectively. Actinomycetes was positive correlation with available K and fungi was negative correlation with available N. Sucrase, urease and phosphatase activities rose in steps with the increase of cropping years. Catalase had no significant differences during the changing process. Sucrase, urease and phosphatase had significant correlation with available K and total N.

Key words: cotton; continuous cropping; soil microbes; soil enzyme

棉花产业是新疆农业主导产业,在区域内部产业结构中占较大比重,对区域经济发展具有较大的推动作用。新疆棉区是我国最大的内陆灌溉棉区,气候条件优越,光热资源充足,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]。土壤是棉花优质高产的基础,又是微生物定居的自然环境,微生物以它所具有的各种生物化学活性,积极参与土壤中各种物质的转化过程,是土壤中各种生物化学和生理学过程动态平衡的主要调节

者^[2]。土壤酶活性是土壤生物学特性的重要内容,可以反映土壤生物化学过程的方向和强度,对土壤理化性质和肥力状况有着重要的影响^[3,4]。目前,国内对连作大豆、花生、蔬菜的土壤状况研究的较多,而针对棉田连作土壤状况的系统研究报道较少。本文通过研究不同连作年限棉田土壤中土壤微生物区系及土壤酶活性的状况,以及它们与土壤理化性质的相关性,来探讨棉花连作对于土壤生物学性质的影响,从而为探索棉花连作障碍的机理提供一定的依据。

收稿日期:2008-10-17;修回日期:2008-11-18

基金项目:国家973计划项目(2006CB708402)资助。

作者简介:单鸿宾,硕士研究生,主要从事新疆绿洲棉田土壤微生物的研究。E-mail:shb71@sohu.com。通讯作者:贾宏涛,副教授,博士,研究方向为土壤生态。E-mail:hongtaojia@126.com

1 材料与方法

1.1 材料

于2007年8月采集农三师44团的典型棉田土壤。该团场位于新疆库尔勒地区,北纬39°,东经79°,属内陆性气候,干燥、少雨、日照长、温差大,土壤以壤土和沙壤土为主,种植制度为一年一熟。该团属于兵团统一企业式管理,耕作模式、种植密度、施肥水平、灌溉方式等田间管理方式一致。样品按照荒地、连作5年、10年、15年和20

年采样,每种连作年限类型重复5~7次。取样时先用取土刀刮去地表杂物,以s型法用管形土钻选取7~8个样点,采样深度为0~30 cm。将棉株连根拔出,然后用土钻钻出土样,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,土样放在准备好的干净塑料袋里。每种样品1 kg左右,装袋后写好标签,放置低温保存,带回实验室后用木棒碾磨细,过2 mm筛后备用。

其理化性状见表1。

表1 供试土壤部分理化状况

Table 1 The basic properties of sample soil before experiment.

连作年限(年) Continuous-cropping year(a)	全氮(g/kg) Total N (g/kg)	全磷(g/kg) Total P (g/kg)	速效氮(mg/kg) Available N (mg/kg)	速效磷(mg/kg) Available P (mg/kg)	速效钾(mg/kg) Available K (mg/kg)	总盐(mg/kg) Total salt (mg/kg)
荒地 Wasteland	0.332	0.633	24.07	2.32	123	0.33
5	0.381	0.882	43.97	18.30	112	0.29
10	0.498	0.915	47.30	19.70	120	0.24
15	0.431	0.928	34.03	20.57	118.33	0.07
20	0.465	1.132	40.63	37.23	107	0.08

1.2 测定方法

土壤微生物的测定:微生物数量用平板记数法统计每g干土内的个数。细菌用牛肉膏蛋白胨培养基培养,真菌用马铃薯蔗糖琼脂培养基培养,放线菌用高氏1号培养基培养。

土壤酶的测定:脲酶用靛酚蓝比色法测定;蔗糖酶用3,5-二硝基水杨酸比色法测定;碱性磷酸酶用磷酸苯二钠比色法测定;过氧化氢酶采用KMnO₄滴定法测定^[5]。

1.3 数据处理

运用SPSS数据处理软件,对土壤微生物、酶活性与供试土壤部分理化性质做相应的相关性分析。

2 结果与分析

2.1 连作对土壤微生物数量变化的影响

土壤微生物是土壤中活的有机体,是最活跃的土壤肥力因子之一。细菌、放线菌和真菌是土壤微生物的3大类群,构成了土壤微生物的主要生物量,它们的区系组成和数量变化常能反映出

土壤的生物活性水平^[6]。以荒地作为参照对土壤微生物数量的研究(表2)表明,土壤区系中以细菌的相对数量最多,占总菌数的86.3%~96.4%,放线菌次之,真菌最少,只占0.5%~1.9%。说明细菌是土壤微生物生命活动的主体,是土壤中物质分解的主要参与者。尽管放线菌只占总菌数的3.0%~12.7%,但因其生物量较大,在土壤物质转化中仍起着不可忽视的作用。另外,总微生物数随着连作年限的增加而不断减小,微生物总量由原来的284.19万/g干土降到了114.65万个/g干土;细菌所占百分比也呈下降趋势,真菌所占比例却由0.45%不断上升到1.88%,放线菌、真菌和细菌的变异系数值均较大,分别为31.67、30.8和56.12。

有资料表明,土壤中3大类群微生物区系比例是土壤肥力的一个衡量指标,土壤中细菌、放线菌密度高,表明土壤肥力水平较高。本研究中,随着连作年限的增加B/F值[(细菌+放线菌)/真菌]由最初的210降到52。说明连作使土壤微生物区系发生变化,从高肥的“细菌型”土壤向低肥的“真菌型”土壤转化。

表 2 不同连作年限的土壤微生物数量(10^4 个/g 干土)Table 2 Quantity of soil microbes in different continuous cropping years(10^4 /g dry soil).

连作年限(年) Continuous-cropping year(a)	放线菌(Actinomycete)		真菌(Fungi)		细菌(Bacteria)		总数 Sum	B/F 值 B/F value
	个数 Amount	相对值 Percentage	个数 Amount	相对值 Percentage	个数 Amount	相对值 Percentage		
荒地(参照) Wasteland(CK)	16.2 ± 0.88	19.02%	2.63 ± 0.2	3%	66.3 ± 3	77.98%	85.13 ± 3.9	31.37
5	8.9 ± 0.5	3.14%	1.29 ± 0.15	0.45%	274 ± 8.5	96.41%	284.19 ± 13.5	219
10	17.2 ± 0.98	12.68%	1.21 ± 0.12	0.89%	117 ± 6.2	86.33%	135.54 ± 7.3	110
15	14.0 ± 0.85	11.86%	2.16 ± 0.15	1.82%	102 ± 5.2	86.32%	118.16 ± 6.2	53
20	9.5 ± 0.57	8.29%	2.15 ± 0.15	1.88%	103 ± 5.5	89.83%	114.65 ± 6.22	52
平均 Average	12.4	7.6%	1.70	1.04%	149	91.35%	163.1	78.5
CV(%)	31.67	57.13	30.8	67.79	56.12	5.2	49.8	72.35

2.2 连作对土壤酶活性的影响

酶是一种生物催化剂,土壤中许多复杂的生化反应、团粒结构和有机质的分解转化、腐殖质的合成都由酶来推动,因此土壤酶可作为土壤肥力的指标^[7]。土壤脲酶参与土壤中含氮有机化合物的转化,可水解尿素生成氨,其活性影响着土壤氮素的代谢;蔗糖酶可促进蔗糖分解成葡萄糖和果糖,提高土壤的生物活性;过氧化氢酶能破坏土壤中生化反应生成的过氧化氢,减轻对植物的危害;磷酸酶分为酸性磷酸酶、中性磷酸酶和碱性磷酸酶,磷酸酶能酶促分解各种有机磷化合物,为植物生长提供有效磷素。由表 3 看出,与荒地比较,棉田的蔗糖酶、磷酸酶和脲酶活性均明显增加,荒地中土壤微生物数量很少,因此由微生物产生的

酶活性也很低。棉花连作 10 年土壤中蔗糖酶、磷酸酶和脲酶值较连作 5 年的有所增加,但连作 15 年的土壤酶活较连作 10 年土壤酶活却有所降低,仍比连作 5 年的土壤酶活值高,之后连作 20 年的土壤酶活最高。因此蔗糖酶、磷酸酶和脲酶随连作年限的增加呈阶梯型增加。棉田的过氧化氢酶活较荒地酶活有所增加,但过氧化氢酶变异系数为 6.22,值较小,说明在连作期间变化无明显差异。蔗糖酶、蔗糖酶/脲酶与磷酸酶/脲酶的变异系数分别为 54.44、33.26 和 9.06。

2.3 土壤微生物及酶活性与试样的基本理化性质的相关性

微生物 3 大类群中,放线菌与速效钾相关性

表 3 土壤酶活性及其酶活性间比值

Total 3 The activity of soil enzyme and the ratio between enzyme activities.

连作年限(年) Continuous-cropping years(a)	蔗糖酶 (mg 葡萄糖 /g 土 · 24 h) Sucrase (mg glucose /g soil · 24 h)	碱性磷酸酶 (g 酚/g 土 · 24 h) ALP (g phenol /g soil · 24 h)	脲酶 (mg 氨/g 土 · 24 h) Urease (mg NH ₄ /g soil · 24 h)	过氧化氢酶 (g KMnO ₄ /g 土 · 24 h) Catalase (g K ₂ Cr ₂ O ₇ /g soil · 24 h)	蔗糖酶 /脲酶 Glucose /urease	磷酸酶 /脲酶 ALP /urease	蔗糖酶 /磷酸酶 Glucose /ALP
	荒地 Wasteland	0.336 3 ± 0.01	6.437 ± 0.31	3.798 5 ± 0.2	1.25 ± 0.1	0.088 5	1.694 6
5	1.762 9 ± 0.15	7.899 2 ± 0.33	5.236 5 ± 0.28	3.55 ± 0.23	0.336 7	1.508 4	0.223 0
10	2.562 5 ± 0.22	7.877 8 ± 0.33	6.002 8 ± 0.28	3.15 ± 0.2	0.426 8	1.312 3	0.325 2
15	2.058 7 ± 0.19	8.027 9 ± 0.38	5.931 9 ± 0.25	3.75 ± 0.25	0.347 0	1.353 0	0.256 4
20	3.904 2 ± 0.25	12.530 ± 0.45	8.869 4 ± 0.38	3.55 ± 0.22	0.440 1	1.412 6	0.311 6
平均 Average	2.125	8.554	5.968 5	3.50	0.39	1.40	0.28
CV(%)	54.44	24.21	27.70	6.22	33.26	9.06	35.73

系数(见表4)为0.909,达到显著水平;真菌与速效氮的相关系数为-0.911,也达到显著水平,呈负相关。

蔗糖酶与全氮、速效磷的相关系数(见表4)

都为0.98,呈极显著水平;碱性磷酸酶与全氮、速效磷的相关系数分别为0.895和0.933,均达到显著水平;脲酶与全氮、速效磷的相关系数分别为0.963和0.979,均达到极显著水平。

表4 土壤微生物及酶活性与试样的基本物理化学性质的相关性

Total 4 Correlations between soil microbes, enzyme activities and sample's basic physical and chemical properties.

	全氮(g/kg) Total N (g/kg)	全磷(g/kg) Total P (g/kg)	速效氮(mg/kg) Available N (mg/kg)	速效磷(mg/kg) Available P (mg/kg)	速效钾(mg/kg) Available K (mg/kg)	总盐(mg/kg) Total salt (mg/kg)
放线菌 Actinomycete	0.58	-0.555	-0.308	-0.586	0.909*	0.275
真菌 Fungi	-0.493	-0.295	-0.911*	-0.238	0.198	-0.173
细菌 Bacteria	-0.119	0.124	0.557	0.102	-0.426	0.282
蔗糖酶 Glucose	0.883	0.980**	0.667	0.980**	-0.762	-0.727
碱性磷酸酶 ALP	0.542	0.895*	0.373	0.933*	-0.866	-0.691
脲酶 Urease	0.721	0.963**	0.499	0.979**	-0.801	-0.776
过氧化氢酶 Catalase	-0.643	0.154	-0.892	0.152	-0.325	-0.569

*: $P < 0.05$ **: $P < 0.01$

3 讨论

3.1 连作对土壤微生物数量变化的影响

本研究结果表明,棉田连作使细菌的数量下降,但随着连作年限增加,下降趋势减弱;真菌数量变化则随连作年限的增加而增加,这一变化规律与其他研究者的结果一致^[8]。棉田连作形成了特定的土壤环境和根际条件,从而影响了土壤微生物的生殖和活动,细菌与真菌的比值显著变小,连作使细菌型土壤向真菌型土壤转化。不少学者研究认为,真菌型土壤是地力衰竭的标志,因为土壤真菌不仅是有机质的分解者,还是许多棉花病害的病原菌。随连作年限的增加,土壤中病菌大量繁殖,土壤病害蔓延。土壤中真菌种类约有20个属,木霉有抑制病原菌繁殖的作用,其数量的减少将削弱作物的抗病能力;腐霉菌可分解有机质;但镰刀菌、腐生菌、疫霉菌、丝核菌、葡萄孢霉、叶点霉、大茎点霉和轮枝霉属下的大多数种为常见的土壤病原微生物,占真菌总数的35.5%,如:镰刀菌是真菌里的优势属,可引起植物根腐病、立枯病和枯萎病等。细菌型土壤是土壤肥力提高的一个生物指标^[9,10],主要因为土壤中的氨化细菌和硝化细菌有利于土壤中氨态氮通过硝化作用转化为硝态氮,避免氨态氮积累引起

作物氮中毒。棉田连作将导致土壤从高肥的“细菌型”向低肥的“真菌型”转化,因此棉田应适当轮作或采取其他措施以改善土壤微生物结构。

3.2 连作对土壤酶的影响

土壤酶是土壤中最活跃的有机成分之一,在驱动土壤代谢和土壤中养分物质循环及养分的有效释放过程中起着重要作用^[11]。碱性磷酸酶、脲酶、蔗糖酶的酶活性受新疆棉田连作影响并呈阶梯式上升,过氧化氢酶变化无明显差异。

一般认为,土壤酶主要来源于微生物细胞。一些研究表明,连作可使土壤微生物数量和类群发生变化,使酶活性降低^[6],但本实验中连作没有引起棉田土壤酶活性的降低。由于测定各种相应的土壤酶活性,只能间接地了解或预测某些营养物质的转化情况以及土壤肥力的演变趋势,而连作主要改变了土壤理化性质和棉田土壤微生物数量和群落结构,可能会对棉田生态环境等方面产生一定的影响,因此棉田连作障碍主要因子应该不是酶活性的影响。

3.3 土壤微生物及酶活性与试样的基本理化性质的相关性

土壤微生物是土壤生态系统的重要组成部分,多数研究认为土壤微生物与土壤肥力具有相

关性。本实验发现放线菌随着连作年限的增加而降低,与速效钾具有正相关性,真菌随着连作年限的递增不断的增加,与速效氮具有负相关性,速效钾和速效氮是植物直接吸收的必要元素,因此必须保证足够充足的条件下,植物才能迅速、健康地生长。

土壤酶参与了土壤中许多重要生物化学过程,与土壤肥力的形成有密切关系。本实验发现蔗糖酶、磷酸酶和脲酶与全氮和速效磷有相关性,随着连作年限的增加蔗糖酶、磷酸酶和脲酶的酶活性及全氮和速效磷含量仍在不断增加。虽然全氮和速效磷的含量是充足的,但全氮存在的方式多种多样,多数氮并不能被棉花直接吸收,加之其他元素的不足,可能导致棉田的生长不利。因此,从棉花连作对于土壤生物学性质的影响来看,造成棉花连作障碍的原因,一方面是土壤微生物区系的改变导致的“真菌型”低肥土壤,另一方面是土壤微生物结构的变化,影响到土壤中营养元素的循环和作物对养分的吸收,从而对作物生长发育、产量及品质产生一定影响。有关棉花连作障碍的机理的探索还有待进一步研究。

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] 张瑞福,崔中利,李顺鹏. 土壤微生物群落结构研究方法进展[J]. 土壤, 2004,36(5):476-480.
- [3] 王菊兰,何文寿,何进智. 宁夏引黄灌区温室土壤脲酶、过氧化氢酶活性与土壤肥力因素的关系[J]. 宁夏大学学报, 2007,28(2):162-165.
- [4] 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.
- [5] 吴金水. 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.
- [6] 范君华,刘明,洪远新,等. 不同利用方式对土壤微生物区系和活性的影响[J]. 塔里木农垦大学学报, 2002,14(1):15-7.
- [7] 车玉伶,王慧,胡洪营. 微生物群落结构和多样性解析技术研究进展[J]. 生态环境, 2005,14(1):127-33.
- [8] 李琼芳. 不同连作年限麦冬根际微生物区系动态研究[J]. 土壤通报, 2006,37(3):563-565.
- [9] Kennedy A C, Smith K L. Soil microbial diversity and the sustainability of agricultural soils[J]. Plant Soil, 1995, 170:75-86.
- [10] 马云华,魏珉,王秀峰. 日光温室连作黄瓜根区微生物区系及酶活性的变化[J]. 应用生态学报, 2004, 15(6):1005-1008.
- [11] 高秀君,张仁陟,杨招弟. 不同耕作方式对旱地土壤酶活性动态的影响[J]. 土壤通报, 2008,39(5):1012-1016.

【新书推介】



《设施农业土壤特性与改良》

张乃明 常晓水 秦太峰 主编 化学工业出版社

出版日期: 2008.7

I S B N: 9787122025500

定 价: 38.00 元

开 本: 32 开

页 数: 204 页

设施农业的迅猛发展带来设施土壤质量退化等一系列连作障碍问题,成为制约设施农业持续发展的瓶颈。全书共分十章,主要介绍了设施土壤温度变化、水分运动与管理、有机质及其变化、酸化与防治、盐分累积与改良、养分状况与肥力评价、重金属污染与修复、微生物区系与酶活

性、温室大棚设施栽培作物的营养与施肥等内容。

本书可供农业科技等领域的技术人员、科研人员及管理人员参考,也可供高等农业院校设施农业科学与工程等专业本科生、研究生参考使用。