

长期轮作与施肥对土壤主要微生物类群的影响

樊军^{1,2}, 郝明德^{1,2}

(1. 中国科学院水土保持研究所, 陕西 杨陵 712100; 2. 西北农林科技大学, 陕西 杨陵 712100)
水利部

摘要: 根据长期田间试验, 对施肥、作物、种植方式等对土壤细菌、真菌与放线菌含量的影响进行分析。结果显示: 施肥, 特别是施有机肥明显提高土壤微生物数量, 玉米、苜蓿与冬小麦连作不同施肥土壤细菌数量相对休闲地变幅在 $-197.04 \times 10^5 \sim +187.07 \times 10^5$ 个/g 土, 真菌在 $-6.08 \times 10^3 \sim +36.57 \times 10^3$ 个/g 土, 放线菌在 $-47.21 \times 10^4 \sim +301.4 \times 10^4$ 个/g 土。轮作系统不同施肥处理真菌与放线菌数量高于休闲地。在施氮磷化肥条件下不同作物轮作, 苜蓿与糜子对细菌有相对抑制作用, 对真菌与放线菌有促进作用, 红花草抑制放线菌促进细菌, 豌豆对三类微生物均有抑制作用。

关键词: 长期轮作与施肥; 土壤微生物; 连作

中图分类号: S154.3; S158.3

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2003)01-0088-02

Effects of Long-term Rotations and Fertilizations on Soil Microflora

FAN Jun^{1,2}, HAO Ming-de¹

(1. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling 712100, Shaanxi, China; 2. Northwest Sci-tech University of Agriculture and Forestry, Yangling 712100, Shaanxi, China)

Abstract: The fertilization, crop types and planting ways that affected amount of soil microflora were studied according to the data of a long-term experiment. The results show that amount of soil microflora increased by original manure application; soil microflora was affected by fertilizers when maize, alfalfa and winter wheat were been planting continuously and the amount of fungi and actinomycetes of rotation and fertilization was more than that of fallow. Effects of broom corn millet, alfalfa, sainfoin and pea on microflora were different.

Key words: long-term rotation and or fertilization; soil microflora; continuous cropping

土壤微生物是土壤中活的有机体系, 是最活跃的土壤肥力因子之一, 土壤微生物体系组成和数量的变化, 对土壤中植物养分的转化和吸收以及各种土壤病虫害的发生都有很大关系^[1]。土壤微生物与土壤肥力的关系及其在物质循环中的作用虽已进行过大量研究, 但现在仍然是土壤微生物学研究的基础内容, 而深度大大加强了。近年的研究表明: 土壤微生物能够帮助植物适应养分胁迫环境, 改善土壤养分的吸收利用^[2,3]。长期轮作、施肥对土壤肥力与产量的影响已有较多报道, 但关于轮作、施肥对土壤主要微生物类群影响的报道较少, 尤其在旱地土壤。为此我们利用设在渭北旱塬的长期轮作培肥试验对土壤主要微生物类群进行研究, 为这一地区土壤培肥增产提供理论依据。

1 研究方法

1.1 试验概况

(见本期樊军“旱地长期连作施肥力影响的定位研究”。

1.2 采样与分析方法

本试验于1999年9月1日冬小麦播种前采集各处理0~20 cm 土壤新鲜样品测定土壤微生物数量, 同时测定含水量, 结果以风干土为基准表示。细菌用牛肉—蛋白胨培养基, 平板涂沫法; 真菌用马丁氏培养基, 混菌法; 放线菌用淀粉胨培养基, 平板涂沫法记数。

2 试验结果与分析

2.1 连作系统不同施肥微生物数量变化

从试验结果看(表1): 旱田土壤中细菌数量占优势, 在 10^7 数量级, 其次是放线菌在 10^6 数量级, 真菌含量最少, 为 10^4 数量级。苜蓿连作系统细菌数量相对休闲地有较大减少, 长期单施磷肥减少最多。而小麦连作系统无机肥与有机肥配施使细菌数量增加, 幅度在 29.5×10^5 个/g 土~ 187.07×10^5 个/g 土。玉米连作施肥土壤细菌含量较高, 达 459.46×10^5 个/g 土。

* 收稿日期: 2002-11-25

基金项目: 中国科学院知识创新方向项目(KZCX2-413); 国家科技攻关项目(2001BA508B18)。

作者简介: 樊军(1974-), 男, 在职博士, 主要从事土壤水分、养分利用及其在土壤中的迁移研究。

施肥与种植作物对真菌的影响与细菌不同, 苜蓿连作系统除 CK 处理减少, 施肥处理均增加, 而小麦连作系统施肥使各处理真菌数量大部分处理增加, P、N、M、NP、PM 与 CK 处理细菌与真菌的增减恰好相反, 说明长期不同施肥对土壤细菌与真菌数量影响不同。

放线菌除苜蓿连作 CK 处理相对休闲处理减少外, 其它处理均增加, 幅度在 6.89×10^4 个/g 土~ 411.76×10^4 个/g 土。长期施 NPM 不同作物连作细菌与真菌表现为玉米地> 小麦地> 苜蓿地, 而放线菌为苜蓿地> 玉米地> 小麦地, 可

表 1 连作系统不同施肥对土壤微生物数量的影响

处理		细菌 $\times 10^5$		真菌 $\times 10^3$		放线菌 $\times 10^4$	
		含量	+ / -	含量	+ / -	含量	+ / -
休闲地		301.41	-	20.33	-	210.34	-
玉米连作	NPM	459.46	+ 158.05	56.9	+ 36.57	353.45	+ 143.11
	CK	207.64	- 93.77	13.35	- 6.98	163.13	- 47.21
苜蓿连作	P	104.37	- 197.04	33.15	+ 12.82	268.18	+ 57.84
	NPM	215.69	- 85.72	37.39	+ 17.06	503.21	+ 292.87
小麦连作	CK	324.89	+ 23.48	18.41	- 1.92	314.06	+ 103.72
	P	367.41	+ 66.00	19.60	- 0.73	272.94	+ 62.60
	N	275.75	- 25.66	38.18	+ 17.85	318.18	+ 107.84
	M	234.65	- 66.76	42.56	+ 22.23	622.10	+ 411.76
	NP	294.89	- 6.52	38.97	+ 18.64	414.32	+ 203.98
	PM	330.91	+ 29.50	19.26	- 1.07	581.35	+ 371.01
	NM	488.48	+ 187.07	20.94	+ 0.61	511.74	+ 301.40
	NPM	357.50	+ 56.09	46.00	+ 25.67	217.23	+ 6.89

表 2 轮作施肥系统对土壤微生物数量的影响

处理			细菌 $\times 10^5$		真菌 $\times 10^3$		放线菌 $\times 10^4$	
			含量	+ / -	含量	+ / -	含量	+ / -
休闲地			301.41	-	20.33	-	210.34	-
粮豆轮作施肥	糜子	NP	170.13	- 131.28	42.53	+ 22.20	751.21	+ 540.87
	糜子	NPM	462.36	+ 160.95	79.86	+ 59.53	469.79	+ 259.45
	糜子	P	140.92	- 160.49	36.49	+ 16.16	281.79	+ 71.45
	糜子	CK	296.37	- 5.04	14.82	- 5.51	204.70	- 5.64
粮饲轮作施肥	糜子	NP	298.21	- 3.20	14.56	- 5.77	319.52	+ 109.18
	糜子	NPM	528.25	+ 226.84	22.37	+ 2.04	513.39	+ 303.05

比较轮作与连作系统施肥相同的处理发现, 不同施肥、轮作或连作对微生物影响不一致, 细菌在粮豆轮作施肥与小麦连作的 CK、NP、NPM 处理表现一致, 都是连作较高, 但在 P 处理相反; 同样这两个系统的真菌施肥处理均是轮作高于连作, 而无肥区相反, 苜蓿连作不施肥三类微生物数量都降低, 而连作冬小麦却仅真菌有降低, 细菌与放线菌增加。粮豆轮作不施肥则土壤三类微生物都稍低于休闲地, 造成这种结果的原因较复杂, 但从本试验看作物及种植方式对其有明显影响。

2.3 轮作茬口对土壤微生物的影响

施肥相同的轮作因作物生长期及作物本身等因素对微生物数量影响不同。粮草 8 年轮作细菌数量大小为: 小麦茬> 马铃薯茬> 苜蓿茬, 而真菌与放线菌恰相反, 造成这种现象的原因是小麦茬是 1998 年 4 月中旬到 8 月下旬种马铃薯, 9 月中旬种冬小麦, 1999 年 6 月收获, 采样在 3 个月后的 9 月初。而马铃薯茬是 1999 年 4 月中旬翻苜蓿种马铃薯, 8 月收获, 苜蓿茬则已持续 5 年而且采样时还在生长。因此苜蓿可能对细菌有抑制作用, 或者说小麦、马铃薯的倒茬促进

见长期种植不同植物对微生物区系影响不同。玉米处理土壤有较高的微生物数量, 一方面与施有机肥有关, 同时与采样时玉米未收获也有关系。

2.2 轮作施肥系统微生物数量变化

在粮豆轮作中不同施肥处理的细菌数量除施 NPM 较休闲地高外, 其余处理均较休闲地低, 而施肥处理真菌与放线菌数量均增加, 无肥处理经 15 年轮作后三类微生物数量较休闲地稍低(表 2)。在粮饲轮作中施 NPM 使土壤微生物数量增加, 而 NP 处理的真菌与细菌稍降低。

土壤细菌繁殖, 对真菌与放线菌则有相反的作用(表 3)。

粮豆轮作中土壤细菌数量为: 小麦茬> 豌豆茬> 糜子茬, 而真菌、放线菌为: 糜子茬> 小麦茬> 豌豆茬。小麦的前茬是豌豆, 糜子茬与豌豆茬则隔了两季冬小麦, 由此看糜子对细菌有抑制作用, 但明显促进土壤真菌与放线菌的繁殖, 豌豆对三类微生物均有一定抑制作用, 因真菌与放线菌数量随远离豌豆茬而增加。

粮草 3 年轮作土壤细菌数量为红豆草茬> 小麦+ 红豆草茬> 小麦茬, 而真菌与放线菌为小麦茬> 小麦+ 红豆草茬> 红豆草茬, 原因是采样时红豆草仍在生长, 而小麦茬已休闲 3 个月, 红豆草促进了细菌的繁殖却抑制了放线菌的生长, 而都有红豆草的两个处理因为小麦+ 红豆草是 1999 年 6 月收获冬小麦后种红豆草, 而红豆草茬是 1998 年就开始连续种植, 这就造成前一处理对细菌的促进和对真菌、放线菌的抑制较后一处理明显。

综上所述, 三个轮作系统的放线菌数量除粮草 3 年的红

(下转第 114 页)

介入, 加快饲草加工业和畜牧业的发展。

4 3 3 优质干果类产业 西北黄土高原地区由于光照充足, 昼夜温差大, 使这一地区成为优质果品和瓜类的主要生产地, 广阔的自然条件优势, 为培养不同类型的优质水果提供了适宜的生态环境。但鉴于本区山大沟深, 交通不便, 果品贮藏和加工手段落后, 使得本来生产出的产品优势无法及时转化为商品优势, 因而发展易贮藏的优质干果类产品(核桃、杏、枣等), 并通过产品加工提高附加值, 是本区发展的一个重要方向。

随着西部大开发战略的实施, 给黄土高原农业发展带
参考文献:

[1] 王立祥 论“南粮北运”与我国水资源合理利用——兼论水资源生产力的增进、贮备与农业可持续发展[J] 干旱地区农业研究, 2001, 18(1): 1- 7
[2] 蒋定生 黄土高原水土流失与治理模式[M] 北京: 中国水利水电出版社, 1997.
[3] 中国科学院生物学部 黄土高原农业可持续发展研究和政策建议[J] 科技导报, 2000(3): 36- 40
[4] 韩思明 黄土高原旱作农田降水资源高效利用的技术途径[J] 干旱地区农业研究, 2002, 19(1): 1- 9

(上接第 89 页)
豆草荑有所降低外, 其余 8 个处理均有不同程度增加。而真菌数量在粮豆轮作小麦荑, 豌豆荑处理稍降低, 其余处理都

来了新的机遇。但纵向比较黄土高原农业取得的显著成就, 并不能弥补横向比较存在的巨大差距。自然条件差, 经济区位空间不佳的客观制约难以改变, 而农业资源开发利用层次低, 加工环节少且落后的实际, 又进一步增加了优化资源配置和结构调整的难度。因此, 在西部大开发中, 要把生态环境建设和特色产业基地组建放在同等位置, 通过企业集团介入, 依托科技进步, 增加产品的技术含量, 搞好综合利用, 提高资源利用率, 将能使黄土高原农产品及资源优势产品跻身国内外市场, 为高原效益型农业可持续发展奠定坚实的产业基础。

增加, 细菌是粮草 8 年轮作系统、粮豆轮作系统降低, 粮草 3 年轮作系统增加。

表 3 轮作系统土壤微生物数量							
处理		细菌 × 10 ⁵		真菌 × 10 ³		放线菌 × 10 ⁴	
		含量	+ / -	含量	+ / -	含量	+ / -
休闲地		301. 41	-	20. 33	-	210. 34	-
粮草轮作(8 年)	小麦	245. 46	- 55. 95	34. 00	+ 13. 67	345. 87	+ 135. 53
	马铃薯	169. 81	- 131. 60	35. 42	+ 15. 09	420. 65	+ 210. 31
	苜蓿	104. 61	- 196. 80	38. 45	+ 18. 12	477. 78	+ 267. 44
粮豆轮作	小麦	250. 00	- 51. 41	18. 74	- 1. 59	499. 55	+ 289. 21
	豌豆	227. 59	- 73. 82	13. 51	- 6. 82	298. 62	+ 88. 28
	糜子	170. 13	- 131. 28	42. 53	+ 22. 20	751. 21	+ 540. 87
粮草轮作(3 年)	麦+ 红豆草	412. 84	+ 111. 43	29. 00	+ 8. 67	315. 07	+ 104. 73
	小麦	410. 01	+ 108. 60	29. 55	+ 9. 22	376. 76	+ 166. 42
	红豆草	523. 29	+ 221. 88	28. 41	+ 8. 08	179. 44	- 30. 90

3 结 语

长期种植不同的作物土壤微生物主要类群发生显著变化, 最终会影响土壤生产力。粮草轮作系统 3 个处理平均细菌数量分别是其它两个系统的 2. 1、2. 6 倍, 而在试验过程中我们发现红豆草后茬种冬小麦时, 地下虫害特别严重, 甚至造成冬小麦绝收。1998 年的调查发现蛴螬的数量可达 98 头/m², 到第二茬冬小麦有所减轻。在冬小麦播种前用 3911 或 1605 处理土壤, 可以有效控制土壤害虫。这说明轮作中红豆草的引入显著改变了土壤微生物的数量与组成, 导致土壤害

虫增加, 不利于提高冬小麦的产量, 红豆草作为小麦前茬的轮作方式不可取。连续种植与施肥影响土壤的理化性质, 从而改变了土壤中的生态平衡, 导致微生物数量的增减变化。施有机肥明显增加了土壤微生物数量, 这是因为有机肥本身含有一些微生物, 同时有机肥刺激微生物繁殖。不同作物轮作对改变土壤微生物数量及其组成有明显作用, 而这种变化显然要比土壤有机 C、全 N 的变化明显, 如果能借助现代微生物学的先进手段对土壤这种变化进行定量描述, 那么利用土壤微生物性质将能更真实全面的反映土壤生产力状况。

参考文献:

[1] Insam, H, Mitchell, C C, Domaar, J F. Relationship of soil microbial biomass and activity with fertilization practice and crop yield of three Urtisoils[J]. Soil Biol Biochem, 1991, 23: 459- 464
[2] 陈文新, 胡正嘉 土壤和环境微生物学[M] 北京: 北京农业大学出版社, 1990
[3] Singh, J S, Raghubanshi, A S, Srivastava, S C. Microbial biomass act as a source of plant nutrients in dry tropical forest and savanna[J]. Nature, 1989, 338: 499- 500