

黄土塬区果园套种对土壤微生物及酶活性的影响

张成娥, 杜社妮, 白岗栓, 梁银丽

(中国科学院、水利部水土保持研究所, 陕西 杨陵 712100)

摘要: 研究了黄土塬区塬面不同套种作物的幼树苹果园土壤微生物的分布和酶活性。结果表明, 果园土壤中微生物的分布在果树行与套种行中是不均匀的, 细菌和真菌多为果树行多于套种行; 土壤的过氧化氢酶, 蔗糖酶, 脲酶以及中性磷酸酶活性在套种小麦的果园中以套作行高于果树行, 而套种烤烟则使脲酶和中性磷酸酶活性有所降低。套种豆类有利于土壤肥力的均衡发展。

关键词: 果园套种; 土壤微生物; 酶活性

中图分类号: S154.3

文献标识码: A

Influence of intercropping in the garden on soil microbe and enzymatic activity in highland of loess plateau

ZHANG Cheng-e, DU She-ni, BAI Gang-shuan, LIANG yin-li

(Institute of Soil and Water conservation, CAS, Yangling Shaanxi 712100, China)

Abstract: This paper presents the analysis results of the soil microbe distribution and enzymatic activity in the young apple garden with different intercropping system in the loess region. It shows that the distribution of soil microbe is different between the planting row of fruit and the interplanting row of crop. The contents of bacteria and fungus in the fruit row are much more than that of the interplanting of crop. The contents of catalase, sucrase, urease and neutral phosphatase in the intercropping row of wheat are higher than that in the fruit row, while in the intercropping row of tobacco, the contents of urease and neutral phosphatase are relatively lower. The intercropping of black-straw crop favorites the balance development of soil fertility.

Key words: intercropping in garden; soil microbe; soil enzymatic activity

随着农业产业结构的调整, 黄土高原沟壑区农村经济已由过去的二元结构逐步转向三元结构, 果业已发展成为农村经济中的主导产业。近年来, 果村种植面积不断扩大, 未挂果的幼树果园在果村总面积中已占相当比例。在由农田转变为果园的过程中, 土壤环境必然发生相应的变化。在果树从幼小向成龄生长的 1~4 a 间, 为了充分利用土地资源, 增加收入, 常采用果树间套种其它作物的方式^[2], 因而, 土壤的理化性状及生物学特征也会因作物的条带性种植而受到影响。土壤微生物是土壤中物质循环的主要推动者, 土壤酶又直接参于土壤的物质转化、养分释放和固定过程, 与土壤的肥力状况有密切关系^[1]。因此研究黄土高原沟壑区幼树套种果园土壤微生物及酶活性的特征, 对于果园土壤肥力的发展演变规律和土壤培肥途径的探讨, 以及土壤永续利用和农业持续发展都有一定的理论和实践意义。

1 材料与方法

1.1 试验区的自然状况

试验区选在陕西长武县王东沟流域试验示范区。该区代表黄土高原两大类型区的高原沟壑区类型。由于其位于沟壑区中部, 可代表洛川塬和隰县-吉县塬共 5.3 万 km² 的区域, 该区果园对于陕西果业基地也具有一定的代表性。该区年降雨量为 584 mm, 属温暖半湿润大陆季风气候, 为优质苹果产区。土壤类型为黑垆土。

1.2 样品的采集

样品采自长武王东沟流域的塬面幼树苹果园, 其树龄取样时分别为 2 a, 3 a 和 4 a。间套作物类型见表 1。土壤施肥状况为: 果树: 每株施尿素 0.25 kg, 复合肥 2.0 kg, 有机肥 150 kg。采取开沟施肥的方式。套种作物中前期粮食作物和烤烟施尿素 375 kg/hm², 磷肥 375 kg/hm², 豆类施少量肥, 后期基本不施肥。两次采样均在每年 7 月 20 日左右, 采

基金项目: 中国科学院知识创新工程项目 (KZCX1-06)

作者简介: 张成娥, (1957-), 女, 研究员。

收稿日期: 2001-02-22

表 1 幼树果园套种作物种类

树龄 (a)	套 种 年 限									
	第 1 a		第 2 a		第 3 a		第 4 a		第 5 a	
2~3	烤烟	→	烤烟	→	豆类					
3~4	烤烟	→	小麦	→	小麦	→	小麦			
4~5	烤烟	→	烤烟	→	豆类	→	豆类	→	无	

表 2 不同年限套种果园土壤微生物状况

果园年限/a	取样类型	取样深度/cm	细菌/(10 ⁶ 个·g ⁻¹ 干土)		真菌/(10 ³ 个·g ⁻¹ 干土)		放线菌/(10 ⁶ 个·g ⁻¹ 干土)	
			第 1 年	第 2 年	第 1 年	第 2 年	第 1 年	第 2 年
			2~3	果树行	0~20	11.19	18.64	19.17
		20~40	6.61	7.09	3.98	16.86	2.70	1.43
	套作行	0~20	9.22	13.19	8.47	5.77	3.08	2.28
		20~40	10.53	18.71	16.29	8.14	1.69	1.75
3~4	果树行	0~20	10.50	16.43	12.07	5.82	2.36	1.82
		20~40	12.44	15.32	15.48	6.47	1.77	1.70
	套作行	0~20	14.55	26.55	8.37	2.74	2.69	3.10
		20~40	7.97	15.70	5.58	11.89	1.30	2.45
4~5	果树行	0~20	17.22	11.86	24.60	21.31	2.88	2.07
		20~40	15.59	8.63	27.39	9.76	2.54	1.17
	套作行	0~20	11.33	10.98	14.64	8.43	2.46	1.31
		20~40	9.31	7.09	13.30	5.97	1.72	0.95

取土钻多点取样混合的方法。土壤微生物取新鲜样,土壤有机质和酶活性用风干土分析。

1.3 分析方法

土壤微生物:细菌用牛肉膏-蛋白胨培养基,平板涂抹法;真菌用马丁氏-孟加拉红培养基,混菌法;放线菌用淀粉铵培养基,平板涂抹法^[3]。

土壤酶活性:过氧化氢酶用KMnO₄滴定法;蔗糖酶用还原糖滴定法;脲酶用靛酚比色法;中性磷酸酶用苯磷酸二钠比色法测定^[4]。

2 结果与分析

2.1 套种果园中土壤微生物的分布

果树幼小时,套种其它农作物,由于施肥和耕作方式不同,会对同一地块中果树行和农作物套种行的土壤微生物分布状况产生影响。分析了不同年限果园土壤的三大类微生物,其结果(表2)显示,土壤三大类群微生物在果树行和套作行的分布呈不均状态。放线菌在不同年限的三个果园中,果树行和套作行在土壤层次上表现为上层高于下层的一致规律性,并且年际间差异也以第2 a稍低于第1 a。套作行和果树行则没有显著的差异。细菌和真菌数量基本上表现为果树行多于套种行;但在2~3 a果园套种的烤烟行中,两年的分析结果都是20~40 cm土层的细菌和真菌数量多于0~20 cm,而在套种小麦和豆类的果园,则是上层多于下层,附合微生物

分布的一般规律。因为土壤微生物对土壤环境非常敏感,作物的根系分泌物会对其产生明显的促进或抑制作用,作物不同,产生的作用也不同。细菌和真菌在4~5 a果园里也可以看出年际间有一定的变化,即第2 a比第1 a都有所下降,这可能与果园挂果后,不再套种作物有关。

2.2 土壤酶活性在不同年限果园中的变化

土壤的过氧化氢酶,蔗糖酶,脲酶以及中性磷酸酶活性与土壤有呼吸强度,有机质含量等养分状况有密切关系^[5],不同年限套种果园的土壤酶活性见表3。从分析结果可以看出,过氧化氢酶和蔗糖酶活性,在三个不同年限的果园中均是第2 a比第1 a有明显的增加,而脲酶和中性磷酸酶则明显降低。果树行与套作行相比较,2~3 a套种烤烟的果园,脲酶和中性磷酸酶活性为果树行明显高于套种行,而过氧化氢酶和蔗糖酶有一定差异但没有一致的规律性。3~4 a套种小麦的果园中,四种酶活性却都表现为套作行高于果树行,在4~5 a套种豆类的果园,四种酶活性无明显差异。由此看出,不同套种作物会对土壤酶活性产生不同的影响,套种烤烟会增加土壤的过氧化氢酶和蔗糖酶活性而降低脲酶和中性磷酸酶活性,从而使土壤的呼吸强度加强,有机质含量增加,脲酶和中性磷酸酶活性降低,一方面说明烤烟可能过多地利用了土壤中的有效

表 3 不同年限套种果园土壤酶活性

果园年限 /a	取样类型	取样深度 /cm	过氧化氢酶		蔗糖酶		脲酶		中性磷酸酶	
			/(0.1N KMnO ₄ ml·g ⁻¹ ·d ⁻¹)		/(0.1N NaS ₂ O ₃ ml·g ⁻¹ ·d ⁻¹)		/(NH ₃ -N mg·g ⁻¹ ·d ⁻¹)		/(Phenol μg·g ⁻¹ ·d ⁻¹)	
			第 1 a	第 2 a	第 1 a	第 2 a	第 1 a	第 2 a	第 1 a	第 2 a
2~3	果树行	0~20	9.30	17.28	4.00	5.15	2.240	1.426	0.126	0
		20~40	9.30	15.00	3.37	6.34	2.567	3.618	0.144	0
	套作行	0~20	9.67	16.60	5.01	5.43	1.820	0.666	0.126	0
		20~40	9.75	18.46	3.72	4.08	1.236	0.486	0.107	0
3~4	果树行	0~20	9.45	17.16	3.32	4.25	1.239	0.646	0.069	0
		20~40	9.30	16.36	3.27	4.06	1.519	0.646	0.132	0
	套作行	0~20	9.80	17.16	5.53	6.89	1.589	0.951	0.166	0
		20~40	9.90	17.86	4.17	5.19	1.379	0.685	0.194	0.143
4~5	果树行	0~20	9.12	16.56	2.93	2.95	1.598	0.698	0.080	0
		20~40	9.00	16.40	2.70	2.72	1.430	0.970	0.097	0.011
	套作行	0~20	9.30	16.26	2.92	3.14	1.358	1.106	0.132	0.011
		20~40	9.25	15.94	2.47	2.29	1.046	0.879	0.062	0

态 N 和 P, 使土壤有效态养分含量下降, 另一方面又可能因为它可能抑制土壤的脲酶和中性磷酸酶活性而减小养分的矿化速率。套种小麦使土壤的四种酶活性都比果树行增高, 这反映土壤的肥力状况比较好, 主要与施肥有关, 另外, 土壤酶活性高, 也会造成养分的矿化速度加快, 对以后果园土壤的养分累积不利。套种豆类的果园, 果树行与套作行的土壤酶活性差异小, 说明不会使土壤肥力产生很不均匀的条带式发展。

2.3 幼树果园的土壤有机质状况

分析了三个果园的土壤有机质状况 (表 4) 可以看出, 2~3 a 果园土壤有机质含量为果树行明显高于套作行, 而 3~4 a 果园则相反, 4~5 a 果园没有明显的差异, 从其发展的趋势看, 第 2 年比第 1 年都有所增加, 但只有 4~5 a 果园的有机质趋于均匀, 套种小麦和烤烟的果园有机质不均匀程度较大, 其中施肥可能是主要原因, 但也可以看出, 高秆作物小麦对果树土壤肥力的影响最大, 其次为烤烟, 而豆类作物影响较小。因此说, 果园不宜套种高秆作物, 前期套种烤烟影响不大, 3 a 以后只宜套种一些豆类作物, 以平衡地力, 增加土壤养分。

3 小结

(1) 黄土塬区塬面幼树果园套种作物会影响土壤微生物三大类群的分布, 特别是套种烤烟, 明显影响土壤细菌和真菌在土层中的分布。土壤微生物在果树行和套作行呈现不均匀的分布状况。

(2) 套种烤烟对土壤脲酶和中性磷酸酶产生负面影响, 但能增加过氧化氢酶和蔗糖酶活性; 套种小麦使四种土壤酶活性都提高, 但使土壤有机质

表 4 果园土壤有机质含量

果园年限 /a	取样类型	深度 /cm	g·kg ⁻¹		变化率 /%
			第 1 a	第 2 a	
			2~3	果树行	
		20~40	12.20	14.90	22.13
	套作行	0~20	11.70	12.10	3.42
		20~40	10.50	10.80	2.86
3~4	果树行	0~20	10.50	10.80	2.86
		20~40	10.60	10.60	0
	套作行	0~20	11.20	13.00	16.07
		20~40	10.70	12.10	3.42
4~5	果树行	0~20	10.20	11.80	15.69
		20~40	10.60	11.40	7.55
	套作行	0~20	10.20	11.60	13.73
		20~40	10.50	10.50	0

在同一地块的不均匀程度增大; 套种豆类对土壤微生物, 酶活性的影响不明显, 但从土壤有机质的发展看, 同一地块比较均衡, 并且能提高土壤肥力。

参考文献:

- [1] 张宪武. 中国土壤微生物学今后的发展 [A]. 见: 张宪武主编. 土壤微生物研究: 理论. 应用. 新方法 [C]. 沈阳: 沈阳出版社, 1993. 13-24.
- [2] 杨建设, 王成社, 贾志宽. 作物间套高产栽培技术 [M]. 西安: 世界图书出版公司, 1993.
- [3] 中国科学院南京土壤所. 土壤微生物研究法 [M]. 北京: 科学出版社, 1985.
- [4] 周礼恺. 土壤酶学 [M]. 北京: 科学出版社, 1987.
- [5] 张成娥, 陈小利. 植被破坏前后土壤微生物分布与肥力的关系 [J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1996, 2(4): 77-83.