

旱地全膜覆盖种植模式对土壤酶活性的影响

王 静¹, 张天佑², 徐万海¹, 任晓艳¹ (1. 甘肃省天水师范学院生命科学与化学学院, 甘肃 天水 741001; 2. 甘肃省甘谷县农业局, 甘肃 天水 741200)

摘要: 研究了旱地不同覆膜种植模式对土壤水解酶和氧化还原酶活性的影响。结果表明,与常规覆膜种植模式相比,2种全膜覆盖种植模式可明显提高土壤水解酶和氧化还原酶活性。水解酶活性基本呈随土层的增加而降低的变化趋势,而氧化还原酶活性则基本呈随土层的增加而增加的变化趋势。蔗糖酶活性与脲酶、碱性磷酸酶活性间在 $\alpha=0.05$ 水平上呈显著正相关,而碱性磷酸酶活性与硝酸还原酶活性间则在 $\alpha=0.01$ 水平上呈显著负相关。

关键词: 膜覆盖; 种植模式; 土壤酶活性; 旱地

中图分类号: S154 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-4831(2012)06-0738-04

Effects of Overall Film Mulching on Soil Enzyme Activities in Dryland. WANG Jing¹, ZHANG Tian-you², XU Wan-hai¹, REN Xiao-yan¹ (1. College of Life Science and Chemistry, Tianshui Normal University, Tianshui 741001, China; 2. Gangu Agricultural Bureau, Tianshui 741200, China)

Abstract: Effects of film mulchings different in mode on activities of soil hydrolase and oxidoreductase were studied. Results show that overall film mulching significantly increased the activities of soil hydrolase and oxidoreductase. The activity of soil hydrolase basically decreased with the increasing of soil depth, but that of soil oxidoreductase displayed a reverse trend. Sucrase was positively related to urease and alkaline phosphatase in activity ($\alpha=0.05$), while alkaline phosphatase was negatively related to nitrate reductase in activity ($\alpha=0.01$).

Key words: film mulching; planting mode; soil enzyme activity; dryland

耕作措施改革是农业结构调整的动力,是效益农业的主要技术支撑。不同的耕作措施营造了不同的土壤环境,从而影响着土壤酶活性^[1-3]。土壤酶是土壤生态系统的一种良好的感应器,能够及时、准确地反映土壤生化变化,预示土壤肥力和土壤健康状况^[4]。苗琳等^[3]研究表明免耕地膜覆盖可明显增加表层土壤酶活性;时向东等^[5]研究表明膜覆盖可提高烟草根际土壤过氧化氢酶、脲酶和蔗糖酶活性。全膜覆盖可以明显提高土壤水分,起到保墒的作用^[6-7]。目前,有关全膜覆盖对土壤酶活性影响的研究还较少。笔者就3种不同覆膜种植模式对土壤酶活性的影响进行深入分析,试图从土壤生化角度揭示全膜覆盖的环境效应,为其进一步推广应用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验设置

试验地点位于甘肃省甘谷县西坪乡石山村。试区属中温带半干旱区,海拔1450 m,年均气温8.4℃,年均降水量400.9 mm。土壤为典型的黄绵土,土质绵软,土层深厚,质地均匀。0~30 cm深度土壤容重为 $1.16 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$,凋萎含水率 $73 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,

饱和含水率 $219 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。主要理化性质见表1。

试验设常规覆膜种植模式(A)、全膜覆盖双垄沟播“一膜用两年”种植模式(B)和全膜覆盖双垄沟播“一膜用一年”种植模式(C)3个处理(图1),采用玉米(*Zea mays*)/马铃薯(*Solanum tuberosum*)轮作,每个处理3次重复,共9个小区,小区面积 36 m^2 。所有处理均进行整地,玉米全生育期施N $150 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, P_2O_5 $120 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$;马铃薯全生育期施N $110 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, P_2O_5 $32 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, K_2O $195 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。玉米品种为豫玉22号,密度4.8万株 $\cdot \text{hm}^{-2}$;马铃薯品种为陇薯3号,密度5.4万株 $\cdot \text{hm}^{-2}$ 。田间管理同大田。

(1)模式A:在种植玉米和马铃薯前均更新地膜,采用宽90 cm的薄膜半地面覆盖,带宽35 cm,垄宽70 cm,在垄面按“品”字型点种。

(2)模式B:小垄宽40 cm,垄高15~20 cm;大垄宽70 cm,垄高10~15 cm;采用宽120 cm的薄膜全地面覆盖。采用起垄覆膜机起垄覆膜,膜与膜间

收稿日期: 2012-02-03

基金项目: 甘肃省旱作农业项目(甘农牧农[2007]64号); 天水师范学院科学研究基金(TSA1132)

不留空隙,相接处用土压住地膜,每隔 2 m 压土腰带,并在垄沟内按株距打孔集雨蓄水。在垄沟按“品”字型点种玉米。在上年玉米收获后,将秸秆割倒,覆盖在地膜上,保护地膜。第 2 年播种前将秸秆运出,并清扫残留在膜面和垄沟内的枯枝茎叶,用

地外的细土将破损的地膜开口处封好。在垄面按“品”字型点种马铃薯。

(3)模式 C:与模式 B 覆膜方式相同,不同之处是在种植玉米和马铃薯前均更新地膜。

表 1 供试土壤基本化学性质

Table 1 Physical and chemical properties of the soil tested

土层深度/ cm	pH 值	$w/(g \cdot kg^{-1})$				$w/(mg \cdot kg^{-1})$		
		有机质	全氮	全磷	全钾	速效氮	速效磷	速效钾
0~5	8.32	12.67	0.79	0.81	18.63	14.43	13.48	198.23
>5~10	8.36	12.63	0.77	0.84	18.47	14.11	11.72	201.14
>10~30	8.32	11.51	0.70	0.80	18.27	13.62	4.66	192.35

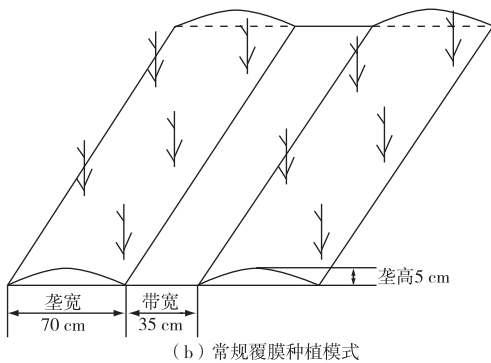
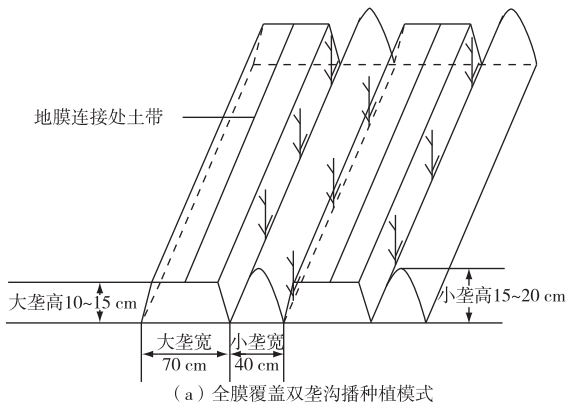


图 1 不同覆膜种植模式示意

Fig. 1 Film mulching practices

1.2 测定指标与测定方法

于玉米收获后(2009年9月26日)采取土样,用“S”形取样法分别采取0~5、>5~10、>10~30 cm 土层土样混合均匀后装入塑料袋,带回实验室,风干过筛。指标测定方法^[8-9]如下:过氧化氢酶活性测定采用高锰酸钾滴定法,以0.5 h后1 g 土壤消耗的0.002 mol · L⁻¹高锰酸钾体积表示(mL · g⁻¹);碱性磷酸酶活性测定采用磷酸苯二钠比色法,以24 h后1 g 土壤中产生的酚质量表示(mg · g⁻¹);蔗糖酶活性测定采用3,5-二硝基水杨酸比色

法,以24 h后1 g 土壤中产生的葡萄糖质量表示(mg · g⁻¹);脲酶活性测定采用靛酚蓝比色法,以3 h后1 g 土壤中生成的NH₄⁺-N质量表示(mg · g⁻¹);多酚氧化酶活性测定采用邻苯三酚比色法,以12 h后1 kg 土壤中生成的焦性没食子酸质量表示(mg · kg⁻¹);硝酸还原酶活性测定采用饱和铝钾矾比色法,以24 h后1 g 土壤中生成的亚硝酸质量表示(μg · g⁻¹)。

2 结果与分析

2.1 不同覆膜种植模式对土壤水解酶活性的影响

水解酶是为数极多的一类酶,它参与土壤中有机的转化,能将高分子化合物水解成能为植物和微生物利用的营养物质。因此,研究土壤水解酶类了解土壤生物动力学和土壤肥力有着重要意义。

由表2可知,各土层全膜覆盖种植模式对脲酶活性有明显的提高作用,但存在一定差异。在0~5 cm 土层,与模式A相比,模式B和C土壤脲酶活性分别增加12.15%和25.63%,各处理间差异显著(P<0.05)。>5~10 cm 土层,模式B和C土壤脲酶活性比模式A分别增加7.22%和86.37%,各处理间差异显著(P<0.05)。>10~30 cm 土层,模式B和C土壤脲酶活性显著高于模式A(P<0.05)。

不同覆膜种植模式土壤蔗糖酶活性发生明显变化。在0~5、>5~10和>10~30 cm 土层,模式C土壤蔗糖酶活性均显著高于模式A,分别增加36.67%、46.01%和55.26%;模式B土壤蔗糖酶活性比模式A分别增加34.44%、41.72%和53.51%。模式A土壤蔗糖酶活性分别与模式C和模式B间差异显著(P<0.05),而模式C与模式B间差异不显著。

全膜覆盖可明显增加各土层土壤碱性磷酸酶活性,基本上表现为模式B最高,模式C次之,模式

A 最低。在 0~5 和 >5~10 cm 土层,模式 B 土壤碱性磷酸酶活性比模式 C 分别提高 12.97% 和 22.84%,比模式 A 分别提高 16.48% 和 25.91%,模式 B 分别与模式 A 和模式 C 间差异显著 ($P < 0.05$)。

表 2 不同覆膜种植模式对土壤水解酶活性的影响

Table 2 Effects of different film mulching practices on soil hydrolase activity

土层深度/ cm	种植 模式	脲酶活性/ ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)	蔗糖酶活性/ ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)	碱性磷酸酶活性/ ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)
0~5	A	22.55±0.80 ^c	1.80±0.14 ^b	48.67±0.97 ^b
	B	25.29±0.22 ^b	2.42±0.07 ^a	56.69±1.02 ^a
	C	28.33±0.59 ^a	2.46±0.00 ^a	50.18±1.19 ^b
>5~10	A	19.81±0.41 ^c	1.63±0.17 ^b	39.21±0.39 ^b
	B	21.24±0.22 ^b	2.31±0.07 ^a	49.37±1.20 ^a
	C	36.92±0.66 ^a	2.38±0.05 ^a	40.19±0.85 ^b
>10~30	A	16.14±0.45 ^b	1.14±0.08 ^b	32.63±0.76 ^a
	B	18.96±0.34 ^a	1.75±0.03 ^a	35.47±1.13 ^a
	C	20.26±0.81 ^a	1.77±0.03 ^a	29.74±0.64 ^{ba}

同一土层同列英文小写字母不同表示不同种植模式间某指标差异显著 ($P < 0.05$)。A 为常规覆膜; B 为全膜覆盖双垄沟播“一膜用两年”; C 为全膜覆盖双垄沟播“一膜用一年”。

2.2 不同膜覆盖种植模式对土壤氧化还原酶活性的影响

在土壤物质和能量转化中,氧化还原酶类占有重要地位,对土壤氧化还原酶类的研究将有助于对土壤发生和土壤肥力实质等问题的了解。过氧化氢酶活性表征土壤腐殖化强度大小和有机质的积累程度。多酚氧化酶是表征土壤腐殖化程度的专性酶,硝酸还原酶活性可反映土壤氮素转化中脱氮作用的强度及土壤氮素的损失状况。

由表 3 可知,在 0~5 cm 土层,模式 B 土壤过氧化氢酶、多酚氧化酶和硝酸还原酶活性最高,分别是模式 A 和 C 的 1.02 和 1.02、1.45 和 1.29、1.35 和 1.09 倍。在 >5~10 cm 土层,模式 B 和 C 的土壤多酚氧化酶和硝酸还原酶活性均高于模式 A。在 >10~30 cm 土层,模式 C 土壤多酚氧化酶和硝酸还原酶活性高于模式 A 和 B。上述结果表明全膜覆盖可明显增加土壤过氧化氢酶、多酚氧化酶和硝酸还原酶活性。

2.3 土壤酶活性的垂直变化

由表 2~3 可知,3 种覆膜种植模式土壤脲酶、蔗糖酶、碱性磷酸酶活性在 0~30 cm 土层基本呈随土层深度增加而降低的变化趋势;土壤过氧化氢酶、多酚氧化酶、硝酸还原酶活性在 0~30 cm 土层基本随土层深度的增加而增加。

表 3 不同覆膜种植模式对土壤氧化还原酶活性的影响

Table 3 Effects of different film mulching practices on soil oxidoreductase activity

土层深度/ cm	种植 模式	过氧化氢酶活性/ ($\text{mL} \cdot \text{g}^{-1}$)	多酚氧化酶活性/ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	硝酸还原酶活性/ ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)
0~5	A	8.45±0.13 ^b	326.0±10.5 ^b	3.27±0.80 ^b
	B	8.66±0.04 ^a	473.6±8.7 ^a	4.40±0.81 ^a
	C	8.48±0.05 ^b	368.3±10.9 ^b	4.04±0.46 ^a
>5~10	A	8.53±0.02 ^b	360.3±6.8 ^c	4.08±0.59 ^b
	B	8.76±0.03 ^a	463.2±6.9 ^a	4.48±0.62 ^a
	C	8.51±0.04 ^b	415.7±5.9 ^b	4.79±0.57 ^a
>10~30	A	8.62±0.05 ^b	385.3±5.9 ^c	7.79±0.67 ^b
	B	8.84±0.02 ^a	430.3±9.9 ^b	7.68±0.53 ^b
	C	8.56±0.05 ^b	506.5±6.4 ^a	8.96±0.83 ^a

同一土层同列英文小写字母不同表示不同种植模式间某指标差异显著 ($P < 0.05$)。A 为常规覆膜; B 为全膜覆盖双垄沟播“一膜用两年”; C 为全膜覆盖双垄沟播“一膜用一年”。

2.4 土壤酶活性间的相关性

土壤是个多酶体系,各种酶促反应既是专性的,又是相互联系的。各种酶在同一土壤环境条件下必然相互影响,了解其间的内在关系对通过耕作措施调控各种酶活性将具有一定的指导意义。由表 4 可知,各土壤水解酶活性之间呈正相关关系,土壤水解酶活性与氧化还原酶活性间基本上呈负相关关系。蔗糖酶活性与脲酶、碱性磷酸酶活性间在 $\alpha = 0.05$ 水平上呈显著正相关, r 分别为 0.688 和 0.720;碱性磷酸酶活性与硝酸还原酶活性间在 $\alpha = 0.01$ 水平上呈显著负相关, r 为 -0.818。

表 4 土壤酶活性间的相关性

Table 4 Correlation coefficients among soil enzymes in activity

土壤酶活性	蔗糖酶	碱性磷酸酶	过氧化氢酶	多酚氧化酶	硝酸还原酶
脲酶	0.688 *	0.416	0.463	-0.219	-0.428
蔗糖酶	1	0.720 *	0.046	0.259	-0.546
碱性磷酸酶		1	-0.083	-0.126	-0.818 **
过氧化氢酶			1	0.550	0.407
多酚氧化酶				1	0.523

* 和 ** 分别表示在 $\alpha = 0.05$ 和 $\alpha = 0.01$ 水平上相关显著。

3 讨论

全膜覆盖可明显增加土壤贮水量,提高土壤水分利用率^[6],改善土壤理化性质,有助于植物根系生长,促进土壤微生物的繁殖^[10],使更多的酶进入土壤。土壤表层积累了腐殖质,有机质含量高,有充分的营养源供微生物生长,因而使得表层土壤水解酶活性较高。全膜覆盖双垄沟播“一膜用两年”

种植模式在一定程度上减少了土壤扰动次数,为土壤微生物的生长与繁殖提供了稳定的生存环境,从而增强土壤酶活性。

土壤酶活性反映了土壤中各种生物化学过程的动向和强度,各种酶在土壤中的积累是土壤微生物、植物枯落物、动物残体、根系的生命活动综合作用的结果。同时,土壤酶活性与土壤 pH 值,有机质、全氮、速效氮、速效磷含量等土壤肥力指标之间均呈显著相关性^[11-12]。因此,酶活性可以作为评价土壤肥力的指标。

4 结论

(1)全膜覆盖种植模式可明显增加土壤脲酶、蔗糖酶、碱性磷酸酶、过氧化氢酶、多酚氧化酶和硝酸还原酶活性。

(2)3种覆膜种植模式的土壤水解酶活性基本呈随土层深度的增加而降低的变化趋势;而氧化还原酶活性则基本呈随土层深度的增加而增加的变化趋势。

(3)脲酶、蔗糖酶和碱性磷酸酶活性之间呈正相关,土壤水解酶活性与氧化还原酶活性间基本呈负相关。

参考文献:

[1] 朱海平,姚槐应,张勇勇,等. 不同培肥管理措施对土壤微生物

生态特征的影响[J]. 土壤通报,2003,34(2):140-141.

- [2] 杨招弟,蔡立群,张仁陟,等. 不同耕作方式对旱地土壤酶活性的影响[J]. 土壤通报,2008,39(3):514-517.
- [3] 苗琳,王立,黄高宝. 保护性耕作对旱地麦田土壤酶活性的影响[J]. 干旱地区农业研究,2007,25(2):5-11.
- [4] 王红,周大迈. 土壤肥力分级的酶活性指标研究进展[J]. 河北农业大学学报,2002,25(增刊1):60-62.
- [5] 时向东,耿伟,李钠钾,等. 不同覆盖方式下烤烟根际土壤养分含量与酶活性的动态变化[J]. 中国烟草学报,2010,16(5):50-54.
- [6] 张雷,牛建彪,赵凡. 旱作玉米提高降水利用率的覆膜模式研究[J]. 干旱地区农业研究,2006,24(2):8-11.
- [7] 张平良,郭天文,吕军峰,等. 全膜双垄沟播玉米干物质积累规律及高产施肥技术[J]. 西北农业学报,2010,19(8):61-64.
- [8] 关松荫. 土壤酶及其研究法[M]. 北京:农业出版社,1986:309-313.
- [9] 李振高,骆永明,滕应. 土壤与环境微生物研究法[M]. 北京:科学出版社,2008:346-385.
- [10] 王静,张天佑,杨娟娟,等. 旱地不同膜覆盖种植模式对土壤微生物数量的影响[J]. 生态与农村环境学报,2011,27(6):55-58.
- [11] 陈琦,尹粉粉,曹靖. 秦岭西部不同发育阶段油松和日本落叶松人工林土壤酶活性变化和分布特征[J]. 生态与农村环境学报,2010,26(5):466-471.
- [12] 张亚玉,孙海,宋晓霞. 农田栽培人参根区土壤主要养分与土壤酶活性的研究[J]. 特产研究,2010,32(4):43-44.

作者简介:王静(1982—),女,甘肃天水人,讲师,硕士,主要研究方向为逆境胁迫。E-mail:wjing_1228@126.com