第 42 卷 第 2 期
2005 年 3 月

土 壤 学 报
ACTA PEDOLOGICA SINICA

Vol. 42, No. 2
Mar., 2005

棉田不同覆盖方式对土壤微生物和酶活性的影响*

杨青华　韩锦峰
(河南农业大学农学院, 郑州 450002)

EFFECTS OF MULCHING ON SOIL MICROORGANISMS AND ENZYME ACTIVITIES IN COTTON FIELD

Yang Qinghua　Han Jinfeng
(College of Agronomy, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

关键词　液体地膜; 塑料地膜; 覆盖; 土壤微生物; 土壤酶
中图分类号　S154　　文献标识码　A

土壤微生物和酶是土壤生物化学特性的重要组成部分, 在营养物质转化、有机质分解、污染物降解及修复等方面起着重要的作用, 是评价土壤质量的重要指标之一, 成为近年来土壤学界研究的热点[1~5]。覆盖栽培能改变土壤的温度、湿度等环境物理因素[6~10], 必然导致土壤化学性质和作物生物学性状的变化。在土壤微生物和酶研究方面, 塑料地膜覆盖栽培已有很多报道[11,12], 而液体地膜(也称多功能可降解液体地膜) 是一种新开发出的高分子有机化合物, 兑水喷施后, 可在土壤表层形成一层很薄的固化膜, 关于液体地膜覆盖对土壤微生物和酶的影响尚少见报道。本研究采用田间小区试验, 比较研究液体地膜和塑料地膜覆盖棉花生长过程中不同生育时期土壤微生物数量和酶活性的动态变化及其差异, 旨在为评价液体地膜对土壤生物化学特性的影响提供科学依据。

1　材料与方法

1.1　试验设计与基本情况

试验于河南农业大学科教园区进行。土壤为黄潮土。其养分含量为: 有机质 12.1 g kg^{-1}, 全氮 0.96 g kg^{-1}, 速效磷 24.2 mg kg^{-1}, 速效钾 115.3 mg kg^{-1}。试验采取随机区组设计, 3 次重复, 小区面积 24 m^2 (4 m × 6 m)。处理为: 液体地膜(112.5 kg hm^{-2})、常规塑料地膜及露地对照(CK)。液体地膜由河南农业大学研制与生产, 兑水 20 倍喷洒于播种行地面。各处理最终喷水总量相等, 覆盖度 60%。棉花大田直播期 2003 年 4 月 15 日, 播前施入基肥(N、P_2O_5、K_2O 含量分别为 20%、15%、15%) 750 kg hm^{-2}, 苗期撒施纯氮 34.5 kg hm^{-2}, 铃期追施纯氮 138 kg hm^{-2}。

1.2　土样采集

各小区分别于棉花播种前、苗期、初蕾期、初花期和吐絮期, 采取五点混合取样法, 用土钻取 0~20 cm 土层样, 每个样品 3 次重复, 分别混匀后装入无菌纸袋, 立即带回实验室。将新鲜土样研磨过 1 mm 筛, 一部分测定土壤微生物数量, 另一部分土样经自然风干, 测定土壤酶活性。每样品测定时再重复 3 次。

1.3　测定方法

1.3.1　土壤微生物　参见文献[13]。细菌采用牛肉膏蛋白胨琼脂平板表面涂布法; 真菌采用马丁氏(Martin) 培养基平板表面涂布法; 放线菌采用改良高氏一号合成培养基平板表面涂布法。结果以每 g 鲜土所含数量表示。

1.3.2　土壤酶活性　参见文献[3,14]。过氧化氢酶采用高锰酸钾滴定法, 结果以每 g 干土所消耗

* 河南省科技攻关项目(991030304) 的部分内容
作者简介: 杨青华(1966~), 男, 副教授, 博士研究生, 主要从事化学调控栽培方面的研究。E-mail: yangqh2000@163.com
收稿日期: 2004-02-04; 收到修改稿日期: 2004-05-05

的0. 1 mol L^{-1} $KMnO_4$的“ml” 表示; 转化酶采用硫代硫酸钠滴定法, 结果用每 g 干土所消耗的 0. 05 mol L^{-1} $Na_2S_2O_3$的“ml” 表示; 磷酸酶采用采用磷酸苯二钠比色法, 结果以 100 g 干土生成的 P_2O_5 的“mg” 数表示; 脲酶采用苯酚钠比色法, 结果以每 g 干土转化生成 NH_3-N 的“mg” 数表示; 多酚氧化酶采用邻苯三酚比色法, 结果以每 g 干土生成的紫色没食子素的“mg” 数表示。

以上样品分析数据为 9 次分析数值的平均值。

2　结果与分析

2.1　棉田不同覆盖方式对土壤微生物数量的影响

2.1.1　对细菌数量的影响　　图 1 表明, 各处理土壤细菌数量动态变化呈双峰曲线。播种前各处理土壤中细菌数量较少, 且差异不明显; 播种至苗期阶段, 各处理土壤中细菌数量迅速增加, 尤其是液体地膜处理, 苗期较塑料地膜处理提高 41. 1%, 而后者较CK 提高 115. 7%; 苗期至初蕾阶段, 各处理土壤中细菌数量迅速降低, 之后又迅速上升, 初花期塑料地膜处理土壤细菌数量较液体地膜提高 25. 7%, 液体地膜处理土壤细菌数量较 CK 提高 25. 6%。初花至吐絮阶段, 各处理土壤中细菌数量均明显下降, 与对照 CK 相比, 塑料地膜处理下降幅度最大, 为 86. 8%, 液体地膜处理次之, 为 20. 9%。整个测定期间, 土壤细菌数量液体地膜处理较塑料地膜处理平均提高 10. 4%, 较 CK 平均提高 92. 4%, 而塑料地膜处理较CK 平均提高 74. 2%。

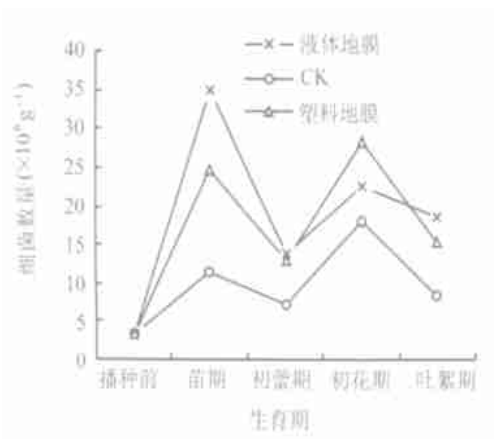

图 1　土壤细菌数量动态变化

2.1.2　对放线菌数量的影响　　图2表明, 播种前各处理土壤中放线菌数量差异较小。随着棉花生长发育, 各处理土壤中放线菌数量总体上均呈上升趋势, 尤其是液体地膜处理。塑料地膜处理土壤放线菌数量于初蕾期达到最高, 之后又逐渐降低, 呈单峰曲线, 而液体地膜处理土壤放线菌数量变化波动较大, 呈双峰曲线, 峰值分别为苗期和初花期。整个测定期内, 土壤中放线菌数量液体地膜处理较塑料地膜处理平均提高 15. 7%, 而塑料地膜处理较 CK 平均提高 24. 5%。

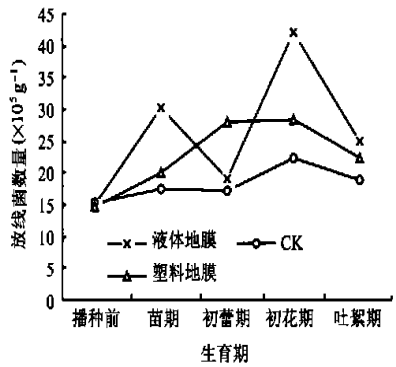

图 2　土壤放线菌数量动态变化

2.1.3　对真菌数量的影响　　图 3 指出, 液体地膜处理与 CK 土壤中真菌数量的动态变化相似, 呈双峰曲线, 而塑料地膜处理土壤中真菌数量的动态变化呈单峰曲线。苗期, 液体地膜处理土壤真菌数量最高, 较 CK 提高 94. 8%, 较塑料地膜处理提高 150%; 初花期, 土壤真菌数量液体地膜处理较塑料地膜处理提高 11. 7%, 塑料地膜处理较 CK 提高 7. 5%。整个测定期内, 土壤中真菌数量液体地膜处理较塑料地膜处理平均提高 21. 2%, 而塑料地膜处理较 CK 平均提高 12. 9%。

2.2　棉田不同覆盖方式对土壤酶活性的影响

土壤微生物活性与土壤酶活性密切相关[14]。酶作为土壤的组成部分, 其活性的大小可较敏感地反映土壤中生化反应的方向和强度[3, 14]。

2.2.1　对土壤过氧化氢酶活性的影响　　图 4 表明, 各处理土壤过氧化氢酶活性动态变化呈“S”型曲线。播种前至苗期各处理土壤过氧化氢酶活性均呈降低趋势, 随着棉花的生长发育, 各处理土壤过氧化氢酶活性又迅速升高, 并于初花期达到最大, 之后又逐渐下降, 表明土壤过氧化氢酶活性变化与棉花生长发育进程密切相关。土壤过氧化氢酶活性整个结果表现为液体地膜> CK> 塑料地膜, 这可能是由于塑料地膜覆盖土壤水分过多, 通透性差, 导致棉花根系及土壤呼吸加剧, CO_2 分压增高, 还原性增强, 氧

化还原电位下降[12], 特别是覆膜后土壤 pH 值下降, 从而抑制了过氧化氢酶活性[15], 这可能导致对棉花生长有较强毒害作用的过氧化氢的累积, 这种作用也许是塑料地膜棉花根系生长不良, 易发生早衰的原因之一。

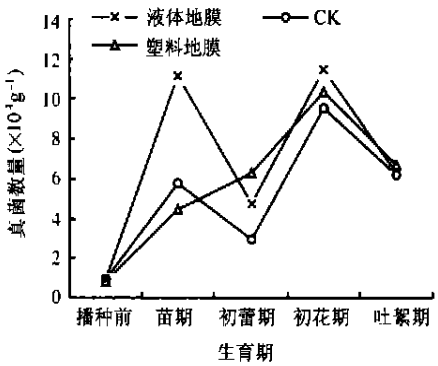

图 3 土壤真菌数量动态变化

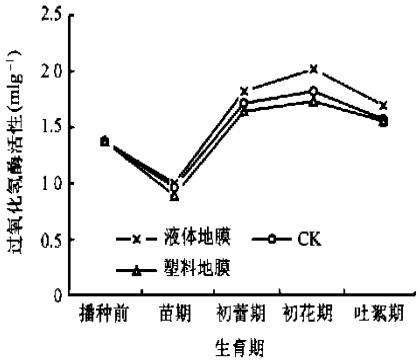

图 4 土壤过氧化氢酶活性动态变化

2.2.2 对土壤脲酶活性的影响 由图 5 可知, 各处理土壤脲酶活性动态变化呈单峰曲线。播种前各处理土壤脲酶活性差异较小, 随着棉花生长发育, 土壤脲酶活性逐渐增强, 并于初花期达到最高, 而后迅速降低。整个测定期内, 液体地膜处理土壤脲酶活性平均较CK 提高 12.2%, 而塑料地膜处理土壤脲酶活性初蕾期以前低于 CK, 揭膜后迅速增强, 整个测定期间土壤脲酶活性平均较 CK 提高 1.2%, 与 CK 差异不明显。其原因可能由于塑料地膜覆盖期间土壤的湿度、水分含量增加, 而使土壤中尿素浓度降低所致[3], 同时覆膜后土壤 pH 值下降, 也很可能是土壤脲酶活性不高的另一原因。

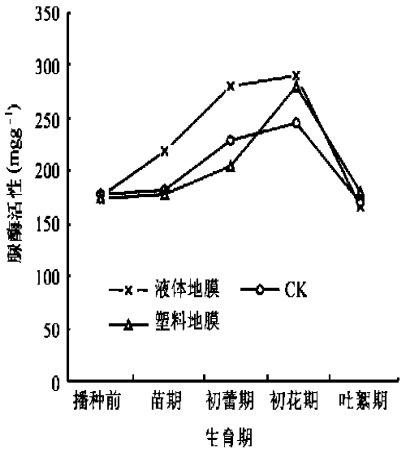

图 5 土壤脲酶活性动态变化

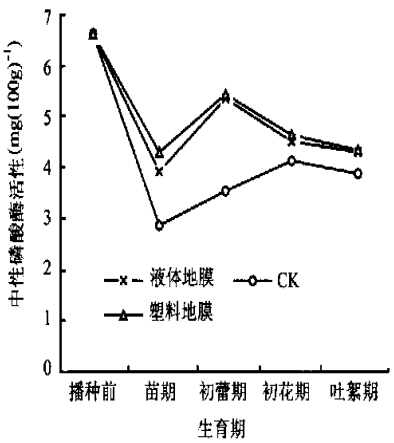

图 6 土壤中性磷酸酶活性动态变化

2.2.3 对土壤中性磷酸酶活性的影响 图 6 表明, 各处理土壤中性磷酸酶活性变化趋势基本相似。播种前各处理土壤中性磷酸酶活性亦是无明显差异, 播种至苗期土壤中性磷酸酶活性迅速降低, 尤其是对照 CK, 下降幅度为 6.7%, 这可能与无机磷施入土壤产生抑制作用有关[3]; 苗期至初蕾阶段, 各处理土壤中性磷酸酶活性均呈上升趋势, 初蕾期塑料地膜处理土壤中性磷酸酶活性最大, 较 CK 提高 53.0%, 液体地膜处理次之, 较 CK 提高 50.4%; 初蕾至吐絮阶段, 液体地膜和塑料地膜处理土壤中性磷酸活性呈下降趋势, 而 CK 土壤中性磷酸酶活性初蕾至初阶段仍呈升高趋势。整个测定期间, 液体地膜和塑料地膜处理土壤磷酸酶活性较 CK 分别平均提高 17.3% 和 20.6%, 且二者差异不明显。

2.2.4　对土壤转化酶活性的影响　　图 7 指出, 覆盖处理土壤转化酶活性较高, 呈单峰曲线。播种后至苗期, 覆盖处理土壤转化酶活性均呈增强趋势, 而 CK 土壤转化酶活性则呈降低趋势, 但下降幅度不明显; 苗期至初花阶段各处理土壤转化酶活性均上升趋势, 之后又逐渐降低。整个测定期间, 液体地膜和塑料地膜处理土壤转化酶活性平均较 CK 分别提高 7.5% 和 8.0%, 且二者差异不明显。

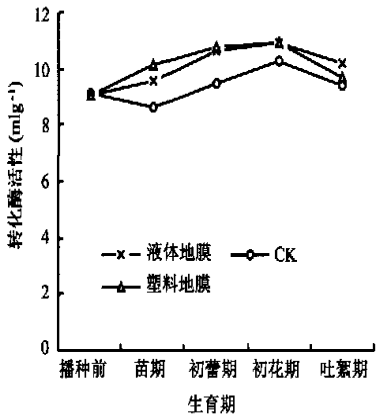

图 7　土壤转化酶活性动态变化

2.2.5　对土壤多酚氧化酶活性的影响　　图 8

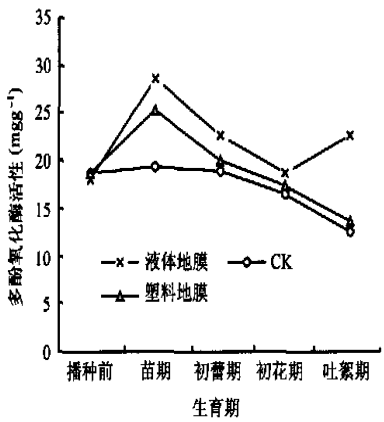

图 8　土壤多酚氧化酶活性动态变化

表明, 对照土壤中多酚氧化酶活性随着棉花生长发育总体上呈逐渐降低趋势, 吐絮期较播种前土壤中多酚氧化酶活性下降 8.2%; 而播种后至苗期阶段覆盖处理土壤多酚氧化酶活性迅速增强并达到最大, 此后逐渐降低, 但初花至吐絮阶段液体地膜处理土壤中多酚氧化酶活性又呈上升趋势。整个测定期间, 土壤中多酚氧化酶活性液体地膜处理较塑料地膜处理平均提高 16.7%, 二者差异显著, 而塑料地膜处理较 CK 平均提高 10.7%。

参 考 文 献

[1] Burns R G. Enzyme activity in soil: Location and a possible role in microbial ecology. Soil Biol. & Biochem., 1982, 12: 423~427

[2] Lilian Gianfrda, Filomena Sannino, Antonio Vi-olante. Pesticide effects on the activity of free、immobilized and soil invertase. Soil Biol. & Biochem., 1995, 27(9): 1201~1208

[3] 周礼恺. 土壤酶学. 北京: 科学出版社, 1988

[4] 龙健, 黄昌勇, 滕应, 等. 矿区废弃地土壤微生物及其生化活性. 生态学报, 2003, 23(3): 496~503

[5] 和文祥, 来航线, 武永军, 等. 培肥对土壤酶活性影响的研究. 浙江大学学报, 2001, 27(3): 265~268

[6] 赵海祯, 梁哲军, 齐宏立, 等. 旱地小麦覆盖栽培高产机理研究. 干旱地区农业研究, 2002, 20(2): 1~4

[7] 闫翠萍. 旱地冬小麦黑色液膜覆盖的增产效应研究. 山西农业科学, 2002, 30(3): 7~9

[8] 曹元英, 朱坤永. 液态地膜在大豆上的应用效果研究. 现代化农业, 2000, (6): 11~12

[9] 王建红, 丁能飞, 傅庆林. 液体地膜使用效果简报. 浙江农业科学, 2002, (1): 18~19

[10] 中国地膜覆盖栽培研究会编著. 中国棉花地膜覆盖栽培. 济南: 山东科学技术出版社, 1988

[11] 郭树凡, 陈锡时, 汪景宽. 覆膜土壤微生物区系的研究. 土壤通报, 1995, 26(1): 36~39

[12] 汪景宽, 彭涛, 张旭东, 等. 地膜覆盖对土壤主要酶活性的影响. 沈阳农业大学学报, 1997, 28(3): 210~213

[13] 许光辉, 郑洪元编. 土壤微生物分析方法手册. 北京: 农业出版社, 1986

[14] 关松荫. 土壤酶及其研究法. 北京: 农业出版社, 1987

[15] 汪景宽, 张继宏, 须湘成, 等. 地膜覆盖对土壤肥力影响的研究. 沈阳农业大学学报, 1992, 9(专辑): 32~37