

全膜覆土穴播种植冬小麦对旱地土壤 微生物数量及生物量的影响

王 静¹, 张天佑²

(1. 天水师范学院 生物工程与技术学院, 甘肃 天水 741001; 2. 甘肃省甘谷县农业局, 甘肃 天水 741200)

摘 要: [目的] 揭示全膜覆土穴播种植方式对土壤微生态环境的影响, 为其进一步推广应用提供参考依据。[方法] 采用田间试验, 研究不同覆膜种植方式对冬小麦各生育期土壤微生物数量和微生物量的影响。[结果] 全膜覆土穴播方式可明显增加冬小麦各生育期的土壤微生物数量(除自生固氮细菌)以及微生物量 C 和 N。与传统栽培方式相比, 全膜覆土穴播方式和全膜不覆土穴播方式土壤细菌、放线菌、真菌分别平均提高 32.07% 和 10.23%, 31.27% 和 10.57%, 44.56% 和 26.51%; 氨化细菌和硝化细菌分别平均提高 32.54% 和 37.80%, 79.20% 和 107.22%; 微生物量 C 和 N 含量分别平均提高 29.90%, 20.68% 和 29.41%, 18.02%。各处理土壤微生物数量和微生物量整体从小麦返青期开始升高, 到拔节期或抽穗期达到峰值, 生长后期有所下降。[结论] 全膜穴播方式下土壤微生物数量和微生物量土壤随土层的加深呈减少的趋势。全膜覆土穴播方式有利于冬小麦土壤微生物数量和微生物量的提高。

关键词: 全膜覆土穴播种植; 微生物数量; 微生物量

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2016)01-0188-05

中图分类号: S158.3

文献参数: 王静, 张天佑. 全膜覆土穴播种植冬小麦对旱地土壤微生物数量及生物量的影响[J]. 水土保持通报, 2016, 36(1): 188-192. DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2016.01.033

Effects of Whole Film Casing Mode Bunch on Soil Microbial Number and Microbial Biomass in Dryland Soil

WANG Jing, ZHANG Tianyou²

(1. School of Bio-engineering and Technology, Tianshui Normal University,

Tianshui, Gansu 741001, China; 2. Gangu Agricultural Bureau, Tianshui, Gansu 741200, China)

Abstract: [Objective] The object of this study is to reveal the effects of whole film casing mode bunch on soil microbial number and microbial biomass in dryland in order to provide basis for its popularization and application. [Methods] The field experiment was carried out to study the effects of different mulching methods on soil microbial number and microbial biomass at different growing periods of winter wheat. [Results] The whole film casing mode bunch increased soil microbial number and microbial biomass significantly in different growing periods of winter wheat. Compared with traditional planting methods, the whole film casing mode bunch (M_1) increased the amount of soil bacteria, actinomyces, fungi, ammonifier nitrobacteria and soil microbial biomass C and N by 32.07%, 31.27%, 44.56%, 32.54%, 79.20%, 29.90% and 29.41%, respectively. While the whole film without overburden bunch (M_2) increased the amount of soil bacteria, actinomyces, fungi, ammonifier, nitrobacteria and soil microbial biomass C and N by 10.23%, 10.57%, 26.51%, 37.85%, 107.22%, 20.68% and 18.02%, respectively. The amount of soil microbes and microbial biomass started to rise at the regreening stage, reached the peak at jointing or heading stage, and then decreased slightly at the later stage of growth in all treatments. [Conclusion] The amount of soil microbes and microbial biomass decreased with the increase of soil depths in the whole film casing mode bunch. Therefore, the whole film casing mode bunch could improve soil microbial number and microbial biomass.

Keywords: whole film casing mode bunch; soil microbial number; microbial biomass

收稿日期: 2015-03-31

修回日期: 2015-05-20

资助项目: 甘肃省青年科技研究资助项目“旱地全膜覆土穴播种植技术对土壤微生物和酶活性的影响”(1308RJYE041)

第一作者: 王静(1982—), 女(汉族), 甘肃省天水市人, 讲师, 硕士研究生, 研究方向为土壤微生物。E-mail: wjing_1228@126.com.

微生物是土壤生态系统中最具活力的组成部分。土壤微生物对土壤微生态环境的影响是通过其种类、数量和分布来表现的,在农田生态系统中土壤微生物承担着物质的转化功能,以及它们的一些新陈代谢产物共同影响着作物的生长吸收利用^[1-2]。因此研究土壤微生物数量和微生物量等微生态环境对揭示土壤养分转化和土壤质量变化过程有重要意义。

全膜覆土穴播技术是一项以集雨、抑制土壤水分蒸发、充分利用光热资源、节约劳动力、节本增效、免耕、多茬种植为一体的高效旱作农业新技术,被全国小麦专家称为“甘谷模式”^[3-5]。李福等^[6]研究表明全膜覆土穴播技术可提高小麦农田降水利用率和水分利用效率。侯慧芝等^[7]对半干旱旱作区全膜覆土穴播的土壤水热效应进行了研究,发现全膜覆土穴播可改善小麦生长前期的土壤水热条件。张平良等^[8]研究表明全膜覆土穴播种植方式有利于小麦碳水化合物的合成,增加了小麦干物质积,较传统耕作增产 30.7%~35.4%。许婷等^[9]研究表明在全膜覆土种

植方式下,平衡施肥能显著提高小麦 N,P,K 的累积量。目前,有关全膜覆土穴播种植方式的经济效益和保水保墒有较多研究,而关于该种植模式对土壤微生态环境的研究鲜有报道。本研究拟采用田间试验方法对不同覆膜种植方式下冬小麦全生育期的土壤微生物数量和微生物量进行研究,从而揭示全膜覆土穴播种植方式对土壤微生态环境的影响,为其进一步推广应用提供参考依据。

1 材料与方 法

1.1 试验区概况

试验 2012 年 10 月在甘肃省甘谷县西坪乡(34°54'4"N,105°26'57"E)进行。试区海拔 1 450 m,年均气温 8.4 ℃,年平均降水 400.9 mm,属中温带半干旱区。土壤为典型的黄绵土,土质绵软,土层深厚,质地均匀,储水性能良好。0—30 cm 土壤凋萎含水率 7.3%,饱和含水率 52.35%。主要理化性质如表 1 所示。

表 1 试验区土壤理化性质

| 土层/cm | 容重/(g·cm ⁻³) | 有机质/(g·kg ⁻¹) | 全氮/(g·kg ⁻¹) | 碱解氮/(mg·kg ⁻¹) | 速效磷/(mg·kg ⁻¹) | pH 值 |
|-------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|------|
| 0—30 | 1.11 | 18.82 | 0.80 | 77.78 | 29.64 | 8.27 |

1.2 试验设计

试验设 3 个处理,采用冬小麦/油菜轮作,每个处理 3 次重复,共 9 小区,小区面积 20 m²。各处理分别为传统耕作方式(M₀)、全膜覆土穴播(M₁)、全膜不覆土穴播(M₂)。施有机肥 60 000 kg/hm²,施 N150 kg/hm²(尿素),P₂O₅ 100 kg/hm²(过磷酸钙)。冬小麦品种为兰天 20 号,油菜为陇油 6 号。田间管理同大田。

传统栽培方式(M₀)为将地平整后,采用穴播机播种,播种深度一般为 3~5 cm,行距为 18~20 cm,穴距为 10 cm,播种密度为 4.5×10⁵穴/hm²左右,每穴 8~12 粒,播种量 225 kg/hm²左右。

全膜覆土穴播种植方式(M₁)为全地面、全生育期地膜覆盖,铺膜时膜面要求平整,使地膜紧贴地面,同时在膜上覆一层薄土,覆土厚度以 1~2 cm 左右为宜,铺膜覆土 1~2 d 后进行播种,播种方式同上。

全膜不覆土穴播种植方式(M₂)与 M₁ 处理的覆膜方式相同,不同之处是 M₂ 处理在膜上不覆土,铺膜 1 d 后进行播种,播种方式同上。

1.3 采样与测定

分别在冬小麦的返青期,拔节期,抽穗期,收获期用“S”形取样法分别采取 0—30 cm 土层土样混合均匀后装入无菌袋,带回实验室,4 ℃保存备用。

细菌、真菌、放线菌、自生固氮菌采用稀释平板测数法^[10],氨化细菌和硝化细菌采用 MPN 法^[10]。土壤微生物量碳、氮采用 Vance 等的氯仿熏蒸—K₂SO₄ 浸提法,浸提液中微生物量碳(BC)采用重铬酸钾氧化滴定法测定^[11],微生物量氮(BN)采用凯氏定氮法测定^[12]。BC = EC/0.38, BN = EN/0.54,其中 EC 和 EN 为熏蒸土样与未熏蒸土样之差。

1.4 数据分析

试验数据采用 SPSS 16.0 进行单因素方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同覆膜方式对土壤微生物类群数量的影响

土壤细菌、放线菌和真菌是构成土壤微生物的主要生物量,它们的组成和数量变化通常能反映出土壤生物活性水平,显示土壤中物质代谢的旺盛程度,是土壤物理化学特性的综合体现,也是土壤肥力的一个重要指标^[13-14]。

全膜覆盖对土壤微生物 3 大类群数量有显著影响,即全膜覆盖的土壤细菌,放线菌和真菌的数量明显高于传统耕作。由表 2 可知,0—30 cm 土层,冬小麦各生育期,M₁ 和 M₂ 处理的土壤细菌的数量较 M₀ 处理分别增加 36.94%和 14.86%(返青期),24.07%

和 10.52% (拔节期), 36.47% 和 8.21% (抽穗期), 31.23% 和 7.34% (收获期); 放线菌分别增加 40.86% 和 16.13% (返青期), 23.82% 和 8.37% (拔节期), 23.45% 和 2.67% (抽穗期), 36.94% 和 15.13% (收获期); 真菌分别平均增加 62.50% 和 31.25% (返青期), 44.43% 和 26.0% (拔节期), 42.52% 和 37.85% (抽穗期), 28.91% 和 10.95% (收

获期); 处理间差异显著 ($p < 0.05$)。

由表 2 还可知, 0—30 cm 各土层, 从返青期到成熟期, 各处理土壤细菌, 放线菌和真菌整体呈现先上升后下降的变化趋势。其中各处理土壤细菌均在拔节期出现峰值, 放线菌和真菌均在抽穗期出现峰值。从空间分布看, 不同处理, 不同生育期土壤微生物 3 大类群数量随着土层的加深, 均呈下降趋势。

表 2 不同覆膜方式对土壤微生物类群数量的影响

| 土层/ cm | 处理 | 细菌/(10 ⁴ cfu·g ⁻¹) | | | | 真菌/(10 ² cfu·g ⁻¹) | | | | 放线菌/(10 ³ cfu·g ⁻¹) | | | |
|-----------|----------------|---|--------------------|--------------------|--------------------|---|-------------------|--------------------|--------------------|--|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | 返青期 | 拔节期 | 抽穗期 | 收获期 | 返青期 | 拔节期 | 抽穗期 | 收获期 | 返青期 | 拔节期 | 抽穗期 | 收获期 |
| 0—5 | M ₀ | 0.78 ^b | 19.50 ^c | 11.55 ^c | 10.65 ^c | 0.30 ^c | 5.33 ^a | 50.50 ^b | 13.50 ^c | 0.33 ^c | 15.80 ^c | 50.30 ^a | 42.50 ^b |
| | M ₁ | 1.19 ^a | 23.20 ^a | 14.45 ^a | 17.15 ^a | 0.60 ^a | 6.33 ^a | 69.00 ^a | 34.00 ^a | 0.45 ^a | 21.20 ^a | 48.80 ^a | 45.07 ^a |
| | M ₂ | 1.03 ^a | 21.1 ^b | 12.05 ^b | 14.80 ^b | 0.47 ^b | 2.33 ^b | 51.00 ^b | 26.50 ^b | 0.39 ^b | 17.70 ^b | 44.60 ^b | 37.52 ^c |
| 5—10 | M ₀ | 0.74 ^b | 17.15 ^c | 11.80 ^b | 12.60 ^b | 0.37 ^b | 1.67 ^c | 29.00 ^c | 30.50 ^b | 0.39 ^b | 10.40 ^c | 40.60 ^c | 25.23 ^c |
| | M ₁ | 1.02 ^a | 28.60 ^a | 17.85 ^a | 16.45 ^a | 0.53 ^a | 2.67 ^b | 51.00 ^b | 40.50 ^a | 0.57 ^a | 18.60 ^a | 52.60 ^a | 42.50 ^a |
| | M ₂ | 0.76 ^b | 19.3 ^b | 11.05 ^b | 12.20 ^b | 0.43 ^a | 4.67 ^a | 61.00 ^a | 21.00 ^c | 0.40 ^b | 14.30 ^b | 47.30 ^b | 35.52 ^b |
| 10—30 | M ₀ | 0.69 ^c | 14.20 ^b | 6.25 ^b | 11.90 ^b | 0.30 ^b | 2.00 ^b | 27.50 ^c | 24.50 ^b | 0.21 ^b | 10.70 ^b | 17.90 ^c | 9.01 ^c |
| | M ₁ | 0.81 ^a | 11.03 ^c | 8.10 ^a | 12.55 ^a | 0.43 ^a | 4.00 ^a | 32.50 ^b | 13.80 ^c | 0.29 ^a | 14.90 ^a | 32.90 ^a | 17.51 ^a |
| | M ₂ | 0.76 ^b | 15.80 ^a | 8.95 ^a | 10.75 ^b | 0.37 ^b | 4.33 ^a | 35.50 ^a | 28.50 ^a | 0.29 ^a | 8.00 ^c | 19.80 ^b | 15.32 ^b |

注: M₀ 为传统栽培方式, M₁ 为全膜覆土穴播种植方式, M₂ 为全膜不覆土穴播种植方式; 同一列小写字母表示同一土层同一生育期各处理间的差异显著性 ($p < 0.05$)。下同。

2.2 不同覆膜方式对土壤微生物氮素生理类群数量的影响

土壤微生物氮素生理类群直接参 N 营养元素循环和能量流动, 其数量和活性直接关系到土壤肥力的高低^[15]。因此, 在土壤微生物生态研究中, 测定土壤氮素生理类群的组成与数量是十分重要的。

2.2.1 氨化细菌 全膜覆盖可显著增加土壤氨化细菌数量。由表 3 可以看出, 0—30 cm 土层, 与 M₀ 处理相比, M₁ 和 M₂ 处理的土壤氨化细菌数量分别在

冬小麦返青期, 拔节期, 抽穗期增加 103.49% 和 94.96%, 53.81% 和 67.66%, 64.29% 和 45.71%; M₁ 和 M₂ 处理收获期的土壤氨化细菌较 M₀ 处理的低; 处理间差异显著 ($p < 0.05$)。

由表 3 还可以看出, 随着冬小麦生育期的推进, 各处理各土层土壤的氨化细菌数量均呈先上升后下降的变化趋势, 在抽穗期出现峰值。同时, 冬小麦全生育期各处理土壤氨化细菌数量随着土层的加深而减少。

表 3 不同覆膜方式对土壤微生物生理类群数量的影响

| 土层/ cm | 处理 | 氨化细/(10 ⁴ cfu·g ⁻¹) | | | | 硝化细菌/(10 ³ cfu·g ⁻¹) | | | | 自生固氮菌/(10 ³ cfu·g ⁻¹) | | | |
|-----------|----------------|--|--------------------|--------------------|-------------------|---|--------------------|--------------------|--------------------|--|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | 返青期 | 拔节期 | 抽穗期 | 收获期 | 返青期 | 拔节期 | 抽穗期 | 收获期 | 返青期 | 拔节期 | 抽穗期 | 收获期 |
| 0—5 | M ₀ | 1.11 ^b | 8.40 ^b | 7.50 ^b | 3.00 ^a | 3.50 ^c | 8.50 ^c | 40.00 ^b | 8.00 ^a | 6.80 ^c | 21.45 ^a | 21.00 ^a | 12.10 ^a |
| | M ₁ | 3.00 ^a | 14.00 ^a | 14.00 ^a | 0.20 ^c | 9.50 ^b | 25.00 ^a | 45.00 ^a | 7.50 ^b | 22.50 ^a | 7.45 ^b | 5.05 ^b | 6.90 ^b |
| | M ₂ | 3.20 ^a | 15.50 ^a | 14.50 ^a | 0.70 ^b | 15.0 ^a | 20.00 ^b | 45.00 ^a | 8.00 ^a | 15.25 ^b | 6.90 ^b | 2.05 ^c | 4.85 ^c |
| 5—10 | M ₀ | 1.33 ^c | 1.60 ^a | 2.00 ^c | 1.50 ^a | 2.10 ^b | 15.00 ^b | 15.00 ^a | 3.10 ^b | 2.05 ^c | 22.95 ^a | 13.80 ^a | 13.60 ^a |
| | M ₁ | 2.00 ^a | 1.40 ^a | 6.50 ^a | 0.11 ^b | 2.50 ^b | 45.00 ^a | 15.00 ^a | 4.50 ^a | 19.50 ^a | 9.75 ^b | 6.95 ^b | 7.60 ^b |
| | M ₂ | 1.80 ^b | 1.15 ^b | 4.50 ^b | 1.10 ^a | 4.30 ^a | 45.00 ^a | 11.50 ^b | 3.50 ^b | 14.60 ^b | 7.13 ^c | 3.85 ^c | 4.15 ^c |
| 10—30 | M ₀ | 0.14 ^b | 0.11 ^c | 1.50 ^b | 0.40 ^a | 2.50 ^c | 6.50 ^c | 24.00 ^b | 4.10 ^b | 1.20 ^c | 22.40 ^a | 8.80 ^a | 6.15 ^b |
| | M ₁ | 0.25 ^a | 0.15 ^b | 2.50 ^a | 0.11 ^b | 4.50 ^b | 20.00 ^b | 20.00 ^c | 5.00 ^a | 11.50 ^a | 7.00 ^b | 3.05 ^b | 6.95 ^a |
| | M ₂ | 0.03 ^c | 0.30 ^a | 1.40 ^b | 0.30 ^a | 5.10 ^a | 25.00 ^a | 40.00 ^a | 4.54 ^{ab} | 6.90 ^b | 7.65 ^b | 3.40 ^b | 3.50 ^c |

2.2.2 硝化细菌 全膜穴播种植方式可明显提高冬小麦土壤硝化细菌数量。由表 3 可以看出, 0—30 cm 土层, 与 M₀ 处理相比, M₁ 与 M₂ 处理返青期和拔节

期土壤硝化细菌数量分别增加 1.04 和 2.01 倍, 2.00 和 2.00 倍; 抽穗期和收获期分别增加 1.27% 和 22.15%, 11.84% 和 5.53%, 处理间差异显著 ($p <$

0.05)。由表 3 还可以看出,随着冬小麦生育期的推进,各处理各土层的土壤硝化细菌数量与氨化细菌的变化趋势相似,即呈先上升后下降的变化趋势。冬小麦全生育期中,各处理不同土层土壤硝化细菌数量存在差异。

2.2.3 自生固氮菌 不同覆膜方式对土壤自生固氮菌数量的影响存在差异。由表 3 可知,0—30 cm 土层, M_1 和 M_2 处理冬小麦返青期土壤自生固氮菌数量较 M_0 处理分别增加 4.32 和 2.66 倍,其他生育期的土壤自生固氮菌数 M_1 和 M_2 处理较 M_0 低,处理间差异显著($p < 0.05$)。由表 3 还可以看出,0—30 cm 各土层,随着冬小麦生育期的推进, M_0 处理土壤自生固氮菌呈先上升后下降的变化趋势,在抽穗期达到峰值,而 M_1 和 M_2 处理则呈先下降后有所回升的趋势。且冬小麦全生育期各处理土壤自生固氮菌数量随着

土层的加深而减少。

2.3 不同覆膜方式对土壤微生物量的影响

全膜穴播种植方式可明显提高冬小麦土壤微生物量碳和氮的含量。由表 4 可以看出,0—30 cm 土层,冬小麦各生育期,与 M_0 处理相比, M_1 和 M_2 处理土壤微生物量碳分别平均增加 33.69% 和 32.03% (返青期),30.12% 和 23.88% (拔节期),25.82% 和 20.49% (抽穗期),29.98% 和 6.34% (收获期);土壤微生物量氮量分别平均增加 27.52% 和 12.94% (返青期),39.08% 和 15.32% (拔节期),17.85% 和 25.51% (抽穗期),33.20% 和 18.32% (收获期)。由表 4 还可以看出,随着冬小麦生育期的推进,各处理各土层土壤微生物量碳和氮呈先上升后下降的变化趋势,在拔节期出现峰值。且冬小麦全生育期各处理土壤微生物量碳和氮整体呈随着土层的加深而减少。

表 4 不同覆膜方式对土壤微生物量的影响

| 土层/ cm | 处理 | 微生物量碳/(mg · kg ⁻¹) | | | | 微生物量氮/(mg · kg ⁻¹) | | | |
|-----------|-------|--------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| | | 返青期 | 拔节期 | 抽穗期 | 收获期 | 返青期 | 拔节期 | 抽穗期 | 收获期 |
| 0—5 | M_0 | 109.45 ^a | 189.57 ^c | 131.75 ^b | 106.22 ^c | 5.03 ^c | 9.05 ^c | 2.22 ^c | 4.54 ^c |
| | M_1 | 86.15 ^b | 233.1 ^b | 165.72 ^a | 180.44 ^a | 9.46 ^a | 10.30 ^a | 6.57 ^b | 6.40 ^a |
| | M_2 | 111.31 ^a | 245.59 ^a | 172.11 ^a | 130.32 ^b | 7.57 ^b | 9.71 ^b | 7.86 ^a | 5.48 ^b |
| 5—10 | M_0 | 68.52 ^c | 122.27 ^c | 110.1 ^b | 157.74 ^a | 6.5 ^b | 8.20 ^c | 7.37 ^a | 6.03 ^b |
| | M_1 | 161.25 ^a | 184.95 ^a | 128.15 ^a | 154.35 ^a | 7.16 ^a | 11.63 ^a | 5.54 ^b | 7.01 ^a |
| | M_2 | 127.85 ^b | 149.26 ^b | 101.03 ^c | 124.25 ^b | 6.21 ^c | 9.23 ^b | 4.77 ^c | 6.69 ^a |
| 10—30 | M_0 | 34.86 ^b | 63.26 ^b | 30.16 ^b | 32.84 ^b | 3.15 ^a | 2.66 ^c | 3.07 ^a | 1.93 ^c |
| | M_1 | 37.13 ^{ab} | 70.04 ^a | 48.38 ^a | 50.99 ^a | 2.1 ^b | 5.76 ^a | 2.81 ^b | 3.24 ^a |
| | M_2 | 41.84 ^a | 69.82 ^a | 54.6 ^a | 61.04 ^a | 2.8 ^a | 4.02 ^b | 3.26 ^a | 2.62 ^b |

由此可见,全膜穴播种植方式有利于土壤微生物数量和微生物量的提高,且全膜覆土穴播种植方式下土壤微生物数量和微生物量高于全膜不覆土穴播种植方式。土壤微生物数量和微生物量随着冬小麦生育期的推进呈先增加后减少,随着土层的加深而减少的变化趋势。

3 讨论

土壤微生物是土壤有机无机复合体的重要组成部分^[16]。传统土壤稀释法培养技术仅可能分离培养出 1%~10% 的土壤微生物^[17],但该技术一定程度上可反映土壤微生物的生命活动规律,为研究土壤微生态环境提供依据。本研究表明,无论全膜覆土穴播种植方式还是全膜不覆土种植方式均对土壤微生物数量和微生物量有显著影响,即全膜穴播的土壤微生物数量和微生物量显著高于传统栽培的。其主要原因是全膜覆盖为旱地土壤微生物提供了丰富的营养和适宜的生态环境。这与薛菁芳和时向东等研究结果

一致^[18-19]。然而,全膜穴播种植方式的土壤自生固氮菌数量较低,这是由于全膜穴播种植方式为冬小麦全生育期覆膜,其大大阻碍了土壤空气与大气的交换循环,从而使土壤自生固氮菌数量处于较低的状态。冬小麦同一生育期全膜覆土穴播种植方式下土壤微生物数量和微生物量高于全膜不覆土穴播种植方式的,这说明全膜覆土穴播种植方式更有利于土壤微生物的生长与繁殖。

随冬小麦生育期的推进,土壤微生物数量和微生物量呈先上升后下降的变化趋势,在拔节期或抽穗出现最大值。这与其他文献报道相似^[20-21]。冬小麦全生育中,全膜穴播种植方式下土壤自生固氮菌数量呈先下降后略有回升的变化趋势。这是由于地膜覆盖阻碍了土壤自生固氮菌的氮源,从而使其数量下降;在冬小麦的生长后期,气温较高,土壤湿度加大,通气受限,土壤中硝化作用所积累的一小部分硝酸被土壤反硝化细菌还原为 N_2 ,为自生固氮提供氮源,因此在收获期土壤自生固氮菌数量有所回升。

从空间分布来看,冬小麦各处理各生育期土壤微生物数量和微生物量基本呈现随土层的加深而减少,全膜穴播对土壤微生物的作用主要表现在表层,与前人研究结果一致。

4 结论

在冬小麦全生育期,全膜覆土穴播种植方式可显著提高土壤微生物数量和微生物量。土壤微生物数量和微生物量随着冬小麦生育期的推进基本呈先上升后下降的变化趋势,随土层的加深而减少。因此,全膜覆土穴播种植方式是适合该区旱作农业可持续发展的有效模式之一。

[参 考 文 献]

- [1] 陈琳,谷洁,胡婷,等. 生物有机肥对板栗土壤微生物群落代谢活性的影响[J]. 应用生态学报, 2013, 24(6): 1627-1632.
- [2] 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.
- [3] 李福,李城德,刘广才,等. 甘肃发展旱地全膜覆土穴播技术的重要意义[J]. 节水农业, 2010(23): 3-4.
- [4] 王红丽,宋尚有,张绪成,等. 半干旱区旱地春小麦全膜覆土穴播对土壤水热效应及产量的影响[J]. 生态学报, 2013, 33(18): 5580-5588.
- [5] 金亮,刘素敏,李靖,等. 甘谷县小麦全膜免耕穴播栽培技术[J]. 中国农技推广, 2008, 24(11): 21-22.
- [6] 李福,刘广才,李诚德,等. 旱地小麦全膜覆土穴播技术的土壤水分效应[J]. 干旱地区农业研究, 2013, 31(4): 73-79.
- [7] 侯慧芝,吕军峰,郭天文,等. 西北黄土高原半干旱区全膜覆土穴播对土壤水热环境和小麦产量的影响[J]. 生态学报, 2014, 34(19): 5503-5513.
- [8] 张平良,郭天文,侯慧芝,等. 不同穴播种植方式与平衡施肥对旱地春小麦产量及水分利用效率的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2012, 30(1): 132-136.
- [9] 许婷,张平良,郭天文,等. 全膜覆土穴播小麦养分积累规律及其水分利用效率研究[J]. 甘肃农业大学学报, 2011, 46(3): 22-27.
- [10] 关松荫. 土壤微生物及其研究法[M]. 北京: 农业出版社, 1983, 91-137.
- [11] Vance E D, Brookes P C, Jenkinson D S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C[J]. Soil Biology and Biochemistry, 1987, 19(6): 703-707.
- [12] Inubushi K, Brookes P C, Jenkinson D S. Soil microbial biomass C, N and ninhydrin-N in aerobic and an aerobic soils measured by the fumigation-extraction method [J]. Soil Biology and Biochemistry, 1991, 23(8): 737-741.
- [13] 王静,呼丽萍,王春梅,等. 不同樱桃砧木根际土壤微生物和养分的动态变化[J]. 西北农业学报, 2015, 24(1): 123-130.
- [14] 张秀艳,杜卫兵,张小平,等. 川西植被恢复过程中的土壤微生物评价及与土壤因子的关系[J]. 生态环境, 2007, 16(5): 1470-1474.
- [15] 杨海君,肖启明,刘安元. 土壤微生物多样性及其作用研究进展[J]. 南华大学学报: 自然科学版, 2005, 19(4): 21-27.
- [16] 谢驾阳,王朝辉,李生秀. 地表覆草和覆膜对西北旱地土壤有机碳氮和生物活性的影响[J]. 生态学报, 2010, 30(24): 6781-6786.
- [17] Borneman J, Skroch P W, O'Sullivan K M, et al. Molecular microbial diversity of an agricultural soil in Wisconsin[J]. Applied and Environmental Microbiology, 1996, 62(6): 1935-1943.
- [18] 薛菁芳,高艳梅,汪景宽. 长期施肥与地膜覆盖对土壤微生物量碳氮的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2007(3): 55-58.
- [19] 时向东,耿伟,李钠钾. 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): 50-55.
- [20] 周陈,李许滨,杨明开,等. 冬小麦不同生育期土壤微生物及养分动态变化[J]. 西北农业学报, 2008, 17(3): 113-116, 128.
- [21] 刘少冲,段文标,钟春艳,等. 阔叶红松林不同大小林隙土壤温度、水分、养分及微生物动态变化[J]. 水土保持学报, 2012, 26(5): 78-84.