

基于盆栽试验的地膜残留对土壤微生物的影响

宋世杰¹, 赵晓光¹, 聂文杰¹, 张勇², 李洋¹, 赵雪¹

(1. 西安科技大学 地质与环境学院, 陕西 西安 710054; 2. 陕西省水利厅, 陕西 西安 710004)

摘要:地膜残留已经成为中国近年来农田生态环境的关注焦点。以西安市南郊东姜村蔬菜基地为土壤取样地, 基于盆栽试验, 研究不同地膜残留累积水平下, 紫花苜蓿出苗期、初花期和采收期土壤中细菌、真菌、放线菌和微生物总量在数量上的变化规律。结果表明: 随着地膜残留累积水平的增加, 土壤中细菌数量虽呈下降趋势但不明显, 最大下降幅度为 14.38% (相对于 CK), 各生长期影响程度排序为出苗期 > 初花期 > 采收期。土壤中真菌数量均呈现明显下降趋势, 但变化过程不同。出苗期, 土壤中真菌数量的下降速率呈现“慢-快-慢”的变化过程; 初花期和采收期, 土壤中真菌数量的下降速率呈现“慢-快”的变化过程, 最大下降幅度为 87.93% (相对于 CK)。说明地膜残留累积量的变化对土壤中真菌影响非常明显, 各生长期影响程度排序为初花期 > 出苗期 > 采收期。土壤中的放线菌数量均呈现明显下降趋势, 但变化过程不同。出苗期, 土壤中放线菌数量的下降速率呈现“慢-快”的变化过程; 初花期和采收期, 土壤中放线菌数量的下降速率呈现“慢-快-慢”的变化过程, 最大下降幅度为 62.78% (相对于 CK)。说明地膜残留累积量的变化对土壤中放线菌影响明显, 各生长期影响程度排序为初花期 > 采收期 > 出苗期。土壤中微生物总量均呈现明显下降趋势且变化过程基本一致, 最大下降幅度为 38.16% (相对于 CK)。说明地膜残留累积量的变化对土壤微生物总量影响显著, 各生长期影响程度排序为: 初花期 > 采收期 > 出苗期。结合累积年限和单位农田面积地膜残留累积当量, 给出了不同地膜残留累积量下造成土壤中微生物总量下降的主要菌落。希望研究结果能为农田地膜残留治理和生态环境恢复提供理论基础。

关键词:地膜残留; 盆栽试验; 土壤; 微生物

中图分类号:S 154.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)04-0172-07

农用地膜因其显著的保温保墒、增强光照、促进土壤养分释放等功能^[1], 在我国农业生产中广泛使用。据统计, 2011 年我国地膜使用量为 124.5 万 t, 覆盖面积达

第一作者简介:宋世杰(1983-), 男, 博士, 讲师, 研究方向为环境保护。E-mail: kkkbfff@163.com.

基金项目:陕西省自然科学基金资助项目(SJ08-ZT07-5); 陕西省教育厅科研计划资助项目(14JK1466)。

收稿日期:2015-09-24

1 979.1 万 hm^2 , 且主要分布在冷凉和干旱区域^[2]。地膜的大量使用在带来丰硕果实和经济价值的同时, 也带来了严重的农田地膜残留问题。究其原因, 一是当前使用的地膜绝大部分是用聚乙烯材料制成, 该物质分子结构非常稳定, 在自然条件下的降解周期长达 200~400 年^[3]; 二是我国使用的地膜厚度一般为 0.006~0.008 mm, 远低于 0.015 mm 国际水平, 这种厚度的地膜强度小, 易破碎, 难回收。长期使用必然会使覆膜农田中破碎地膜大

Abstract: Taking replanted peach seedling as materials, the methods were used to soil testing and measuring the peach seedling growth, the effects of lime nitrogen on the old orchard soil and the replanted peach seedling growth were studied. The results showed that lime nitrogen could decrease the number of bacteria and fungi, but could increase the number of actinomycetes. Lime nitrogen 60 kg/667m² could significantly increase the number of actinomycetes. The content of total N was increased the most obviously under the treatments of lime nitrogen 60 kg/667m² and 20 kg/667m². Lime nitrogen 60 kg/667m² could increase the content of organic matter the most obviously. The trunks and branches grew the best under the treatment of lime nitrogen 40 kg/667m² and soybean cake fertilizer 100 kg/667m², which was advised to be adopted firstly.

Keywords: lime nitrogen; old orchard; soil; replantated peach seedling; effect

量残留、累积,造成持久性污染。据最新研究表明,我国长期覆膜农田土壤中都存在程度不同的残膜污染,残留量一般为 $71.9 \sim 259.1 \text{ kg/hm}^2$ [2]。严重的地膜残留冲击和破坏着农田生态环境。地膜残留不仅影响农田土壤理化性质,造成土壤板结和地力下降,而且影响土壤作物正常生长和发育,产量降低 [4]。因此,地膜残留已经成为中国近年来农田生态环境关注焦点。目前关于农田地膜残留的研究工作主要集中于耕层土壤中残留地膜的空间分布特征与形态 [5-8]、对土壤理化性质的影响 [9]、对作物的影响 [10-12] 以及价值损失 [13] 等方面。土壤微生物作为土壤环境重要的组成部分,对土壤环境的细微变化反应灵敏,其数量和多样性往往用作评价土壤质量的良好指标 [14]。然而,目前关于地膜残留影响土壤微生物的研究却相对较少 [15]。

鉴于此,该试验以西安市南郊东姜村蔬菜基地为土壤取样地,基于盆栽试验,研究不同地膜残留累积水平下,紫花苜蓿各生长期(出苗期、初花期和采收期)土壤微生物(细菌、真菌和放线菌)数量的变化规律,以期为农田地膜残留治理和生态环境恢复提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

选择紫花苜蓿(*Medicago sativa*)作为盆栽作物。紫花苜蓿属蔷薇目豆科苜蓿属多年生草本植物,根茎发达,枝叶茂盛,生于田边、路旁、旷野等地。紫花苜蓿生长期较短,一般播种后 7 d 左右即进入出苗期,40 d 左右进入分枝期,65 d 左右进入现蕾期,80 d 后进入初花期,95 d 后进入盛花期,是采收的最佳时期。

盆栽土壤取自西安市南郊东姜村蔬菜基地内从未

表 1 不同累积水平的花盆土壤中地膜残留累积量

Table 1 Cumulative quantity of the plastic film residue in the pot under different plastic film residue levels

累积水平 Plastic film residue level	CK	D ₅	D ₁₀	D ₁₅	D ₂₀
单位农田面积地膜残留累积当量 Cumulative quantity of plastic film residue per unit farmland area/(kg·hm ⁻²)	0	36.73	73.47	110.20	146.93
花盆残留量 Residues quantity of plastic film in the flowerpot/g	0	0.067	0.133	0.200	0.267

1.3 项目测定

1.3.1 样品制备与采集 将取自西安市南郊东姜村蔬菜基地的试验土壤过 5 mm 筛,去除石块、根系等杂质后,按照试验方案将其与不同累积水平、不同面积大小的膜片混合均匀,放置花盆中。在紫花苜蓿出苗期、初花期、采收期分别采集各花盆土样,采集深度为 0~15 cm,将土样混合均匀后以备微生物测定。

1.3.2 微生物测定 将不同面积的膜片按比例放入花盆土壤中并充分混匀后,播种紫花苜蓿草种。在紫花苜蓿出苗期、初花期、采收期分别采集各花盆土样进行实验室微生物(细菌、真菌、放线菌)数量测定。土样中细

使用过地膜的 0~15 cm 种植土壤,其成土母质为典型黄土。地膜由西安市南郊东姜村蔬菜基地提供,专门用于蔬菜种植且已经使用过 1 年,其厚度为 0.012 mm,宽度为 80 cm。盆栽试验所用花盆为土质,内直径为 19 cm,深度为 15 cm,可容纳 1.2 kg 土壤;用于土壤微生物培养、测定所需的各类试剂药品,包括牛肉膏、蛋白胨、琼脂、可溶性淀粉、葡萄糖、1%孟加拉红溶液、1%链霉素溶液、1 mol/L NaOH 溶液、1 mol/L HCl 溶液、K₂HPO₄·3H₂O、MgSO₄·7H₂O、(NH₄)₂SO₄、K₂HPO₄、MgSO₄·H₂O、NaCl、CaCO₃、蒸馏水等。

1.2 试验方法

为了研究地膜残留不同累积量对土壤微生物的影响,以 5 种不同累积年限对应的地膜残留累积量为标准设置 5 个水平,即:累积 0 年的地膜残留量(CK)、累积 5 年的地膜残留量(D₅)、累积 10 年的地膜残留量(D₁₀)、累积 15 年的地膜残留量(D₁₅)、累积 20 年的地膜残留量(D₂₀),每个水平设置 3 个重复,共计 15 盆。调查结果显示 [2]:陕西省每年地膜投入量约为 39 kg/hm²,累积 15 年的土壤中地膜残留量为 110.2 kg/hm²,年均残留率为 18.84%。而超过 80% 的残留地膜位于土壤 0~20 cm 范围内 [12]。基于上述研究成果,首先计算不同累积年限的单位面积农地 0~20 cm 土壤中地膜残留累积当量,再根据花盆上表面积折算得到花盆土壤中地膜残留 5 个水平的累积量,结果见表 1。将取自西安市南郊东姜村蔬菜基地的地膜用自来水洗净、晾干,然后根据徐刚 [48] 的研究成果,将其剪成不同面积大小的膜片,备用。

菌、真菌、放线菌分别采用牛肉膏蛋白胨琼脂培养基、马丁氏培养基、淀粉铵盐培养基进行培养。细菌和真菌数量采用平板计数法进行测定,放线菌数量采用表面涂法计数法进行测定。

1.4 数据分析

运用 Excel 软件,对前述条件下获得的 15 组共 45 个土壤样品中的细菌、真菌、放线菌数量等 135 个试验数据进行汇总,计算各组每一种菌落数量的算数平均值,并加和 3 种菌落的平均值求得微生物总量,最后结合土壤质量,换算成每克土壤中的细菌、真菌、放线菌数量和微生物总量,结果见表 2。

表 2 不同残膜累积水平下紫花苜蓿各生长期土壤的微生物数量

Table 2 Quantity of soil microbial in the alfalfa's different growth period under different plastic film residue levels 10⁵ 个/g

生长期 Growth stage	残留水平 Residue level	土壤细菌数量 Quantity of bacteria per gram soil	土壤真菌数量 Quantity of fungi per gram soil	土壤放线菌数量 Quantity of actinomycetes per gram soil	土壤微生物总量 Total quantity of microbial per gram soil
出苗期 Seedling stage	D ₅	6.02	2.42	4.13	12.57
	D ₁₀	5.78	1.27	3.86	10.94
	D ₁₅	5.45	1.01	3.92	10.38
	D ₂₀	5.30	0.91	3.02	9.23
	CK	6.19	2.59	4.19	12.97
初花期 Early florescence stage	D ₅	8.81	2.90	5.02	16.73
	D ₁₀	8.72	1.54	2.40	12.66
	D ₁₅	8.42	0.97	1.99	11.38
	D ₂₀	8.10	0.42	1.82	10.34
	CK	8.81	3.02	4.89	16.72
采收期 Harvesting stage	D ₅	6.61	2.40	5.47	14.48
	D ₁₀	6.40	1.69	4.40	12.19
	D ₁₅	6.27	0.83	2.92	10.02
	D ₂₀	6.05	0.28	2.89	9.22
	CK	6.55	2.32	5.64	14.51

2 结果与分析

2.1 地膜残留对细菌数量的影响

由图 1 可知,不论在紫花苜蓿的出苗期、初花期还是采收期,随着地膜残留累积水平的提高,土壤中的细菌数量都呈现下降趋势,但下降幅度不明显。出苗期,土壤中细菌数量的平均下降幅度为 8.93%(相对于 CK);初花期,土壤中细菌数量的平均下降幅度为 3.38%(相对于 CK);采收期,土壤中细菌数量的平均下降幅度为 3.33%(相对于 CK);最大下降幅度出现在出苗期 D₂₀ 累积水平上,为 14.38%(相对于 CK)。说明在整个紫花苜蓿生长期中,地膜残留累积量的变化对土壤中的细菌数量影响不大,其影响程度排序为出苗期>初花期>采收期。由表 3 可知,3 个拟合方程的相关系数均在 0.970 以上,残差平方和与自由度比值均在 1%以下,说明所建方程能很好的反映紫花苜蓿出苗期、初花

期和采收期地膜残留量与土壤细菌数量的相互关系,计算精度高。

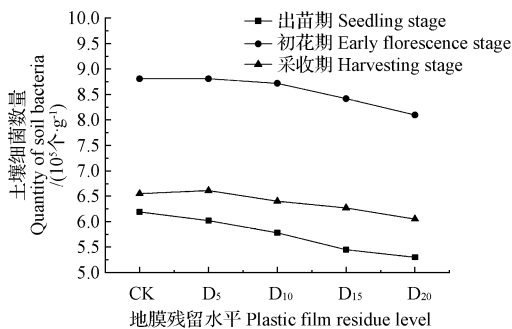


图 1 不同地膜残留累积水平下紫花苜蓿各生长期土壤中细菌变化趋势

Fig.1 The change trend of the soil bacteria quantities in the alfalfa's different growth periods under different plastic film residue levels

表 3 紫花苜蓿不同生长期地膜残留量与土壤细菌数量的量化关系

Table 3 The quantitative relationship between soil bacteria quantity and plastic film residue quantity in the alfalfa's different growth periods

生长期 Growth stage	量化关系 Quantitative relationship	残差平方和与自由度比 Chi ² /DF	相关系数 R ²
出苗期 Seedling stage	$y=5.76+1.66/(1+(x/0.2)^2)$	0.002 45	0.996
初花期 Early florescence stage	$y=9.35+1.22/(1+(x/0.22)^{4.52})$	0.000 01	0.999
采收期 Harvesting stage	$y=6.66+1.24/(1+(x/0.26)^{2.68})$	0.005 98	0.971

注:Y-花盆土壤细菌数量,10⁸;x-花盆地膜残留量,g。下同。

Note:Y-the quantity of bacteria in the flowerpot soil,10⁸;x-residues quantity of plastic film in the flowerpot,g. The same below.

2.2 地膜残留对真菌数量的影响

由图 2 可知,不论在紫花苜蓿的出苗期、初花期还是采收期,随着地膜残留累积水平的提高,土壤中的真菌数量都呈现明显下降趋势,但变化过程不同。出苗

期,土壤中真菌数量的下降速率随地膜残留累积水平的提高而呈现“慢-快-慢”的变化过程,平均下降幅度为 45.85%(相对于 CK);初花期和采收期,土壤中真菌数量的下降速率随地膜残留累积水平的提高而呈现“慢-快”

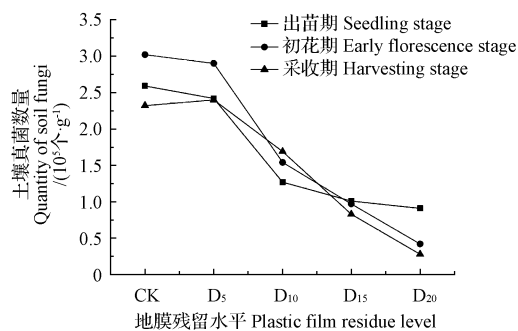


图2 不同地膜残留累积水平下紫花苜蓿各生长期土壤中真菌变化趋势

Fig. 2 The change trend of the fungi quantity in the alfalfa's different growth period soil under different plastic film residue levels

的变化过程,前者平均下降幅度为 51.75%(相对于 CK),后者平均下降幅度为 43.93%(相对于 CK);其中最大下降幅度出现在采收期 D₂₀ 累积水平上,为 87.93%(相对于 CK)。说明在整个紫花苜蓿生长期中,土壤中的真菌对地膜残留累积量的变化非常敏感,地膜残留累

表 4 紫花苜蓿不同生长期地膜残留量与土壤真菌数量的量化关系

Table 4 The quantitative relationship between soil fungi quantity and plastic film residue quantity in the alfalfa's different growth periods

生长期 Growth stage	量化关系 Quantitative relationship	残差平方和与自由度比 Chi ² /DF	相关系数 R ²
出苗期 Seedling stage	$y=1.1+2.0/(1+(x/0.1)^{5.02})$	0.001 74	0.999
初花期 Early florescence stage	$y=0.34+3.32/(1+(x/0.13)^{3.40})$	0.051 91	0.990
采收期 Harvesting stage	$y=-0.13+2.98/(1+(x/0.17)^{3.85})$	0.012 17	0.996

2.3 地膜残留对放线菌数量的影响

由图 3 可知,不论在紫花苜蓿的出苗期、初花期还是采收期,随着地膜残留累积水平的提高,土壤中的放线菌数量都呈现明显下降趋势,但变化过程不同。出苗

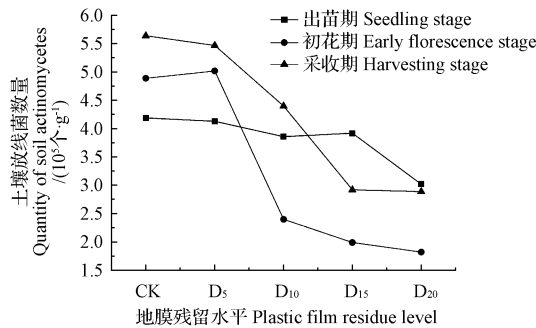


图3 不同地膜残留累积水平下紫花苜蓿各生长期土壤中放线菌变化趋势

Fig. 3 The change trend of the actinomycetes quantity in the alfalfa's different growth period soil under different plastic film residue levels

积量对真菌数量的影响程度排序为初花期>出苗期>采收期。

结合表 1 中不同地膜残留累积水平对应的单位农田面积地膜残留累积当量可知,当地膜残留累积年限≤5 年,即地膜残留累积当量≤36.73 kg/hm² 时,地膜残留累积量对紫花苜蓿各生长期土壤中的真菌数量不会产生明显影响;当农田地膜残留累积年限介于 5~10 年,即地膜残留累积当量介于 36.73~73.47 kg/hm² 时,地膜残留累积量的提高将造成紫花苜蓿各生长期土壤中真菌数量的迅速减少;当农田地膜残留累积年限≥10 年,即地膜残留累积当量≥73.47 kg/hm² 时,地膜残留累积量的提高将继续造成紫花苜蓿初花期和采收期土壤中的真菌数量的迅速减小,而对出苗期土壤中的真菌数量无明显影响。

由表 4 可知,3 个拟合方程的相关系数均在 0.990 以上,残差平方和与自由度比值均在 5.5% 以下,说明所建方程能很好的反映紫花苜蓿出苗期、初花期和采收期地膜残留量与土壤真菌数量的相互关系,计算精度较高。

期,土壤中放线菌数量的下降速率随地膜残留累积水平的提高而呈现“慢-快”的变化过程,平均下降幅度为 10.93%(相对于 CK);初花期和采收期,土壤中放线菌数量的下降速率随地膜残留累积水平的提高而呈现“慢-快-慢”的变化过程,前者平均下降幅度为 42.58%(相对于 CK),后者平均下降幅度为 30.50%(相对于 CK);其中最大下降幅度出现在初花期 D₂₀ 累积水平上,为 62.78%(相对于 CK)。说明在整个紫花苜蓿生长期中,土壤中的放线菌对地膜残留累积量的变化非常敏感,地膜残留累积量对放线菌数量的影响程度排序为初花期>采收期>出苗期。

结合表 1 中不同地膜残留累积水平对应的单位农田面积地膜残留累积当量可知,当地膜残留累积年限≤5 年,即地膜残留累积当量≤36.73 kg/hm² 时,地膜残留累积量对紫花苜蓿各生长期土壤中的放线菌数量不会产生明显影响;当农田地膜残留累积年限介于 5~10 年,即地膜残留累积当量介于 36.73~73.47 kg/hm² 时,地膜残留累积量的提高将造成紫花苜蓿初花期和采收期土壤中放线菌数量的迅速减小,而对出苗期土壤中的放线

菌数量无明显影响;当农田地膜残留累积年限介于 10~15 年,即地膜残留累积当量介于 73.47~110.2 kg/hm² 时,地膜残留累积量的提高将造成紫花苜蓿采收期土壤中的放线菌数量的迅速减小,而对出苗期和初花期土壤中的放线菌数量无明显影响;当农田地膜残留累积年限介于 15~20 年,即地膜残留累积当量 110.2~146.93 kg/hm² 时,地膜残留累积量的提高将造成紫花苜蓿出苗期土壤

中放线菌数量的迅速减小,而对初花期和采收期土壤中的放线菌数量无明显影响。由表 5 可知,3 个拟合方程的相关系数均在 0.890 以上,残差平方和与自由度比值均在 5% 以下,说明所建方程能较好的反映紫花苜蓿出苗期、初花期和采收期地膜残留量与土壤放线菌数量的相互关系,计算精度较高。

表 5 紫花苜蓿不同生长期地膜残留量与土壤放线菌数量的量化关系

Table 5 The quantitative relationship between actinomycetes quantity and plastic film residue quantity in the alfalfa's different growth periods

生长期 Growth stage	量化关系 Quantitative relationship	残差平方和与自由度比 Chi ² /DF	相关系数 R ²
出苗期 Seedling stage	$y=4.97+2.64x-27.05x^2$	0.047 41	0.893
初花期 Early florescence stage	$y=2.28+3.66/(1+(x/0.12)^{12.94})$	0.022 69	0.998
采收期 Harvesting stage	$y=3.46+3.20/(1+(x/0.14)^{10.9})$	0.014 29	0.998

2.4 地膜残留对微生物总量的影响

由图 4 可知,在同一地膜残留累积水平下,随紫花苜蓿的生长发育,土壤微生物总量表现为先升后降的变化规律,这与曾路生等^[16]研究成果相一致。不论在紫花苜蓿的出苗期、初花期还是采收期,随着地膜残留累积水平的提高,土壤中的微生物总量都呈现明显下降趋势,且变化过程基本一致。出苗期,土壤微生物总量的平均下降幅度为 16.88%(相对于 CK);初花期,土壤微生物总量的平均下降幅度为 23.58%(相对于 CK);采收期,土壤微生物总量的平均下降幅度为 20.90%(相对于 CK);最大下降幅度出现在初花期 D₂₀ 累积水平上,为 38.16%(相对于 CK)。说明在整个紫花苜蓿生长期中,地膜残留累积量的变化对土壤中微生物总量影响较大,其影响程度排序为初花期>采收期>出苗期。

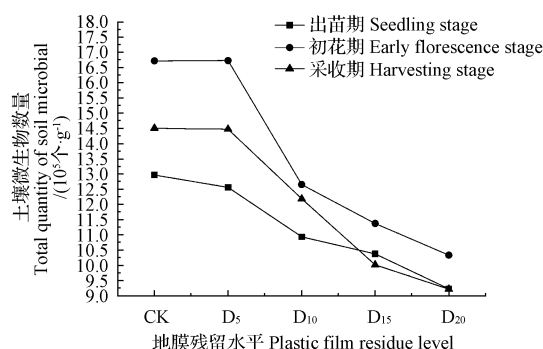


图 4 不同地膜残留累积水平下,紫花苜蓿各生长期土壤中微生物总量变化趋势

Fig. 4 The change trend of the soil microbial quantity in the alfalfa's different growth period under different plastic film residue levels

结合表 1 中不同地膜残留累积水平对应的单位农田面积地膜残留累积当量可知,当地膜残留累积年限≤5 年,即地膜残留累积当量≤36.73 kg/hm² 时,地膜残留累积量对紫花苜蓿各生长期土壤中微生物总量不会产生明显影响;当农田地膜残留累积年限≥5 年,即地膜残留累积当量≥36.73 kg/hm² 时,地膜残留累积量的提高将造成紫花苜蓿各生长期土壤中微生物总量的迅速减小,而造成微生物总量减小的主要菌落因生长期和地膜残留累积量的不同而不同。由表 6 可知,当农田地膜残留累积年限介于 5~10 年,即地膜残留累积当量介于 36.73~73.47 kg/hm² 时,真菌数量在紫花苜蓿整个生长期内一直呈现明显减小趋势,放线菌数量在进入初花期后开始出现明显下降;当农田地膜残留累积年限介于 10~15 年,即地膜残留累积当量介于 73.47~110.2 kg/hm² 时,真菌数量在紫花苜蓿进入初花期后开始明显减少,放线菌数量在进入采收期后出现明显下降;当农田地膜残留累积年限介于 15~20 年,即地膜残留累积当量 110.2~146.93 kg/hm² 时,放线菌数量仅在紫花苜蓿出苗期出现明显减少趋势,而真菌数量在进入初花期后开始出现明显下降。

由表 7 可知,3 个拟合方程的相关系数均在 0.98 以上,残差平方和与自由度比值均在 46% 以下,说明所建方程能较好的反映紫花苜蓿出苗期、初花期和采收期地膜残留量与土壤放线菌数量的相互关系,但计算精度还有待提高。

3 结论

随着地膜残留累积水平的提高,紫花苜蓿各生长期盆栽土壤中细菌数量虽呈下降趋势但不明显。相对于

表 6 不同地膜残留累积量下紫花苜蓿各生长期减少的主要菌落

Table 6 The main colony causing the decrease of microbial quantities in the alfalfa's different growth period soil under different plastic film residue levels

土壤地膜残留累积当量 Cumulative quantity of plastic film residue in soil/(kg·hm ⁻²)	累计年限 Cumulative years /year	生长期 Growth stage	减少的主要菌落 Decreased main colony
36.73≤x<73.47	5≤a<10	出苗期	真菌
		初花期	真菌、放线菌
		采收期	真菌、放线菌
73.47≤x<110.2	10≤a<15	初花期	真菌
		采收期	真菌、放线菌
		出苗期	放线菌
≥110.2	≥15	初花期	真菌
		采收期	真菌

表 7 紫花苜蓿不同生长期地膜残留量与土壤微生物总量的量化关系

Table 7 The quantitative relationship between microbial quantities and plastic film residue quantity in the alfalfa's different growth periods

生长期 Growth stage	量化关系 Quantitative relationship	残差平方和与自由度比 Chi ² /DoF	相关系数 R ²
出苗期 Seedling stage	y=7.43+5.59/(1+(x/0.19) ^{1.99})	0.182 06	0.981
初花期 Early florescence stage	y=10.56+6.32/(1+(x/0.12) ^{5.05})	0.350 28	0.990
采收期 Harvesting stage	y=8.91+5.87/(1+(x/0.14) ^{4.44})	0.016 80	0.999

CK,细菌数量最大下降幅度出现在出苗期 D₂₀ 累积水平上,为 14.38%。说明地膜残留累积量的变化对盆栽土壤中的细菌影响不大,各生长期影响程度排序为出苗期>初花期>采收期。针对出苗期、初花期和采收期分别建立了地膜残留量与土壤细菌数量的量化关系。

随着地膜残留累积水平的提高,紫花苜蓿各生长期盆栽土壤中真菌数量均呈现明显下降趋势,但变化过程不同。出苗期,土壤中真菌数量的下降速率随地膜残留累积水平的提高而呈现“慢-快-慢”的变化过程;初花期和采收期,土壤中真菌数量的下降速率随地膜残留累积水平的提高而呈现“慢-快”的变化过程。相对于 CK,真菌数量最大下降幅度出现在采收期 D₂₀ 累积水平上,为 87.93%。说明地膜残留累积量的变化对土壤中真菌影响非常明显,各生长期影响程度排序为初花期>出苗期>采收期。针对出苗期、初花期和采收期分别建立了地膜残留量与土壤真菌数量的量化关系。

随着地膜残留累积水平的提高,紫花苜蓿各生长期盆栽土壤中的放线菌数量均呈现明显下降趋势,但变化过程不同。出苗期,土壤中放线菌数量的下降速率随地膜残留累积水平的提高而呈现“慢-快”的变化过程;初花期和采收期,土壤中放线菌数量的下降速率随地膜残留累积水平的提高而呈现“慢-快-慢”的变化过程。相对于 CK,放线菌最大下降幅度出现在初花期 D₂₀ 累积水平上,为 62.78%。说明地膜残留累积量的变化对土壤中放线菌影响明显,各生长期影响程度排序为初花期>采收期>出苗期。针对出苗期、初花期和采收期分别建立

了地膜残留量与土壤放线菌数量的量化关系。

随着地膜残留累积水平的提高,紫花苜蓿各生长期盆栽土壤中的微生物总量均呈现明显下降趋势且变化过程基本一致。相对于 CK,微生物总量最大下降幅度出现在初花期 D₂₀ 累积水平上,为 38.16%。说明地膜残留累积量的变化对土壤微生物总量影响明显,各生长期影响程度排序为初花期>采收期>出苗期。针对出苗期、初花期和采收期分别建立了地膜残留量与土壤微生物数量的量化关系。

结合不同地膜残留累积水平对应的累计年限和单位农田面积地膜残留累积当量,给出了不同地膜残留累积量下造成紫花苜蓿各生长期土壤中微生物总量下降的主要菌落。

参考文献

[1] 蔡金洲,张富林,范先鹏,等.南方平原地区地膜使用与残留现状调查分析[J].农业资源与环境学报,2013,30(5):23-30.
[2] 严昌荣,刘恩科,舒帆,等.我国地膜覆盖和残留污染特点与防控技术[J].农业资源与环境学报,2014,31(2):95-102.
[3] 蔡金洲,张富林,黄敏,等.湖北省典型区域地膜使用与残留现状分析[J].湖北农业科学,2013,52(11):2500-2504.
[4] 何文清,严昌荣,赵彩霞,等.我国地膜应用污染现状及其防治途径研究[J].农业环境科学学报,2009,28(3):533-538.
[5] 曾招兵,姚建武,李盟军,等.广东省典型地区地膜残留现状分析[J].中国农学通报,2014,30(32):189-193.
[6] 马辉,梅旭荣,严昌荣,等.华北典型农区棉田土壤中地膜残留特点研究[J].农业环境科学学报,2008,27(2):570-573.
[7] 何文清,严昌荣,刘爽,等.典型棉区地膜应用及污染现状的研究[J].农业环境科学学报,2009,28(8):1618-1622.
[8] 徐刚,杜晓明,曹云者,等.典型地区农用地膜残留水平及其形态特征研究[J].农业环境科学学报,2005,24(1):79-83.

- [9] 尉海东,伦志磊,郭峰. 残留农膜对土壤性状的影响[J]. 生态环境, 2008,17(5):1853-1856.
- [10] 高青海,陆晓民. 残留地膜对番茄幼苗形态和生理特性的影响[J]. 热带亚热带植物学报, 2011,19(5):425-429.
- [11] LU S Z, ZHOU Z F, YAN X S. Environmental problems and control ways of plastic film in agricultural production [J]. Applied Mechanics and Materials, 2013,295-298:2187-2190.
- [12] 刘建国,李彦斌,张伟,等. 绿洲棉田长期连作下残膜分布及对棉花生长的影响[J]. 农业环境科学学报, 2010,29(2):246-250.
- [13] 杨志新,郑大玮,靳乐山. 京郊农用地膜残留污染土壤的价值损失研究[J]. 生态经济(学术版), 2007(2):414-418.
- [14] 毕江涛,贺达汉. 植物对土壤微生物多样性的影响研究进展[J]. 中国农学通报, 2009,25(9):244-250.
- [15] 赵雪. 不同地膜残留累积对土壤生物活性影响的研究[D]. 西安:西安科技大学, 2007.
- [16] 曾路生,廖敏,黄昌勇,等. 水稻不同生育期的土壤微生物量和酶活性的变化[J]. 中国水稻学, 2005,19(5):441-446.

Effect of Plastic Film Residue on Soil Microorganism Based on Pot Experiment

SONG Shijie¹, ZHAO Xiaoguang¹, NIE Wenjie¹, ZHANG Yong², LI Yang¹, ZHAO Xue¹

(1. College of Geology and Environment, Xi'an University of Science and Technology, Xi'an, Shaanxi 710054; 2. Shaanxi Provincial Department of Water Resources, Xi'an, Shaanxi 710004)

Abstract: Plastic film residue has become a focus of ecological-environment in Chinese farmland recently. Dongjiang vegetable base located in the south suburb of Xi'an was taken as soil sampling area, based on pot experiment, the regularity for quantity change of bacteria, fungi, actinomycetes and microbial biomass in the soil in alfalfa's different growth period such as seedling stage, early florescence stage and harvesting stage at different plastic film residue levels. The results showed that with the increase of plastic film residue level, the quantity of the bacteria in soil decreased, but not obvious. The max decrease of the bacteria was 14.38% compared with CK. The effect of plastic film residue levels on bacteria quantities with growth period were in orders: seedling stage > early florescence stage > harvesting stage. The quantity of the fungi in soil presents an obvious decreasing trend, and with growth periods. At seedling stage, the decrease rate of the fungi quantities presented trend of 'slow-fast-slow'; at early florescence stage and harvesting stage, the decrease rate of the fungi quantities presented trend of 'slow-fast'. The max decrease of the fungi quantities was 87.93% compared with CK. Therefore, the variation of plastic film residue level impacted the quantity of fungi very obviously. Changes of fungi quantities impacted by growth period order of the plastic film residue levels was early florescence stage > seedling stage > harvesting stage. The quantity of the actinomycetes in soil presents a decrease, and it was different different growth periods. At seedling stage, the decrease rate of the actinomycetes presented a 'slow-fast' trend; at early florescence stage and harvesting stage, the decrease rate of the actinomycetes quantities presented a trend of 'slow-fast-slow' trend. The max decrease of the actinomycetes was 62.78% compared with CK. Therefore, the variation of plastic film residue level impacted the quantity of actinomycetes obviously. Changes of actinomycetes quantities impacted by growth period order of the plastic film residue levels was early florescence stage > harvesting stage > seedling stage. The microbial biomass in the soil presented an obvious variation trend of decrease at different growth periods. The max decrease of the microbial quantities was 38.16% compared with CK. Therefore, the variation of plastic film residue level impacted the microbial quantities obviously. Changes of microbial biomass impacted by growth period order of the plastic film residue levels was early florescence stage > harvesting stage > seedling stage. The main microbiology colony caused the quantities decrease of microbial biomass at different plastic film residue levels was given according to cumulative years and cumulative quantity of the plastic film residue in a unit farmland area. It was hoped that the research results could provide theoretical basis for the treatment of plastic film mulching and ecological environment restoration.

Keywords: plastic film residue; pot experiment; soil; microorganism