

## 不同植烟土壤微生物数量调查研究

杨超<sup>1</sup>, 刘国顺<sup>1\*</sup>, 邱立友<sup>2</sup>, 祖朝龙<sup>3</sup>, 王芳<sup>1</sup>

(1.河南农业大学, 国家烟草栽培生理生化研究基地, 郑州 450002; 2.河南农业大学生命科学学院, 郑州 450002;  
3.安徽皖南烟叶有限责任公司, 安徽 宣城 242000)

**摘要:** 试验研究了皖南烟区 4 种不同植烟土壤类型(河滩地砂壤土、冲积砂壤土、水稻黏性土壤、冲积粉砂土)在烟叶生长期内的微生物种类、数量变化情况。结果表明, 在根际及非根际土壤中, 4 种类型土壤中所含微生物种类都是以细菌、放线菌、真菌为主, 占微生物总量的 95%以上。在烟叶整个生育期, 根际土壤中微生物总量大于非根际土壤。不同生态环境下, 根际及非根际土壤中各类微生物数量及多样性指数各不相同, 多种微生物数量与土壤养分含量呈正相关关系。

**关键词:** 土壤类型; 烟草; 微生物数量; 微生物多样性

中图分类号: S572.062

文献标识码: A

文章编号: 1007-5119(2007)05-0031-06

## A Primary Investigation of Microorganism Population in Different Types of Tobacco Planting Soils

YANG Chao<sup>1</sup>, LIU Guoshun<sup>1\*</sup>, QIU Liyou<sup>2</sup>, ZU Chaolong<sup>3</sup>, WANG Fang<sup>1</sup>

(1.Henan Agricultural University, National Tobacco Cultivation and Physiological and Biochemical Center, Zhengzhou 450002, China; 2. College of Life Science, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China;  
3. Anhui Wannan Tobacco Leaf Co.,Ltd, Xuancheng Anhui 242000, China)

**Abstract:** An experiment was carried out in southern Anhui province to study the types and population of soil microorganism during life cycle of tobacco growing under four types of soil systems (sandy soil on river beach, alluvium fine sandy soil, paddy clay soil, and alluvium sandy soil). The major results showed that both in rhizosphere and non-rhizosphere soils, the bacteria, fungi and actinomycetes were the major types of soil organisms, which were more than 95% of the total soil organisms. During the whole growth cycle of flue-cured tobacco plant, the microorganism population in rhizosphere soil was higher than in non-rhizosphere soil, the differences in population and diversity index of each soil microorganism were observed in different ecological conditions, and in most of case, there was a positive correlation between the soil microorganism population and soil nutrient contents.

**Keywords:** soil type; tobacco; microorganism population; microorganism diversity

土壤类型和环境条件对土壤微生物的生长繁殖存在较大的影响, 不同土壤类型中土壤微生物的种群和数量存在差异, 这种差异又会对土壤植烟条件的改善与维持产生一定的影响。近几年, 对不同耕作和施肥管理措施下土壤微生物的变化进行了大量研究, 已取得一些成果。如施有机肥能明显增加土壤微生物生物量、呼吸量和影响群落结构, 且对细菌、真菌和放线菌的影响程度各不相同<sup>[1]</sup>; 微生物数量与土壤大多数养分含量(除有效磷和全钾

之外)之间存在着一定的正相关关系, 养分含量高的土壤中微生物数量也高<sup>[2-4]</sup>。但这些研究只限于微生物数量与种类对相关土壤和植物某个相关指标的分析, 而对土壤微生物在不同土壤类型下的具体差异以及对植物特别是烟草整个生长发育时期影响的相关分析研究未见报道。

本试验通过分析皖南烟区不同土壤类型条件下, 烟田土壤各种微生物的数量差异, 烟叶不同发育期根际及非根际土壤微生物种群的动态变化, 及

基金项目: 国家烟草专卖局资助项目“皖南烟区烤烟特殊香气风格形成机理及配套栽培技术研究”

作者简介: 杨超(1983-), 男, 在读硕士, 主要从事烟草栽培生理生化方面研究。\*通讯作者: E-mail: liugsh@371.net

收稿日期: 2007-04-04

修回日期: 2007-07-02

其与生态环境的关系,以期探讨烤烟根际土壤微生物与优质烟叶生产之间的关系,以及这种关系对烤烟产质量的影响提供理论基础,为优质烟叶生产培育根际土壤微生物类群及数量提供一定依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验设计

试验于 2006 年在安徽宣城进行。选取 4 个有代表性的试验田取样,记录不同海拔高度、地形、土壤质地、土壤类型特征。取样地为河滩地砂壤土(北纬 30.44°,东经 118.46°,海拔 92.7 m)、冲积砂壤土(北纬 30.50.463°,东经 118.29.65°,海拔 17.1 m)、水稻黏土(北纬 30.53.820°,东经 118.35.799°,海拔 43 m)、冲积粉砂土(北纬 30.35.296°,东经 118.13.147°,海拔 46.6 m)。按烤烟团棵期、旺长期、成熟期及采收后期采用五点取样法取 5~20 cm 根际及非根际土层土样,剔除新鲜土样中石砾及植物残茬等杂物,测定烤烟不同生育期各类型植烟土壤中根际微生物数量、区系组成、群落结构等,同时测定土壤有机质、腐殖质、碱解氮、速效磷、速效钾等指标。

### 1.2 测定方法

土壤微生物数量采用固体平板法进行分离测定。细菌、真菌、放线菌分别用牛肉膏蛋白胨琼脂培养基、马丁氏培养基和改良高氏 1 号培养基;自生固氮菌用阿须贝氏培养基进行选择培养,稀释平板法计数;硝化细菌、氨化细菌、纤维素分解菌等均采用各生理群的特定培养基进行选择培养,稀释平板法计数<sup>[5]</sup>。土壤养分的测定采用常规分析方法<sup>[6]</sup>。

## 2 结果

### 2.1 不同土壤类型微生物含量分析

由表 1 看出,4 种不同类型土壤中,各类微生物总量都表现为根际明显大于非根际土壤。这是由于根际有较多的碳水化合物、氨基酸、维生素和促进烟株生长的物质存在,使之成为微生物活动旺盛的区域。

在根际土壤中,细菌、放线菌、硝化细菌和纤

维素分解菌总量表现为:水稻黏性土壤>河滩地砂壤土>冲积砂壤土>冲积粉砂土;真菌总量表现为:水稻黏性土壤>河滩地砂壤土>冲积粉砂土>冲积砂壤土;氨化细菌总量表现为:水稻黏性土壤>冲积砂壤土>河滩地砂壤土>冲积粉砂土。

在非根际土壤中,细菌和纤维素分解菌总量表现为:河滩地砂壤土>水稻黏性土壤>冲积砂壤土>冲积粉砂土;放线菌、真菌总量表现为:河滩地砂壤土>冲积砂壤土>冲积粉砂土>水稻黏性土壤;硝化细菌总量表现为:水稻黏性土壤>冲积粉砂土>冲积砂壤土>河滩地砂壤土;氨化细菌总量表现为:河滩地砂壤土>冲积粉砂土>水稻黏性土壤>冲积砂壤土。

较多的微生物种类总量均表现为在水稻黏性土壤中含量最多,这可能是由于该类型土壤中含有较多适宜于真菌、放线菌等微生物生长所需基质纤维素等物质。

由表 2 看出,各类微生物总量较多的水稻黏性土壤中有机质、腐殖质、碱解氮等含量较其它土壤高。这说明土壤微生物总数与土壤养分含量之间存在一定的正相关关系。冲积粉砂土中各类微生物总量都较低,但是该土壤中有机质、腐殖质、速效磷和碱解氮含量除较水稻黏性土壤稍小,与其它两种类型土壤比较差异不明显。

### 2.2 不同土壤类型养分相似性分析

由表 3,4 看出。冲积粉砂土和冲积砂壤土的土壤养分相似性最高,相似性达到  $0.992 > 0.989$  (冲积砂壤土与水稻黏土)  $> 0.968$  (水稻黏土与冲积粉砂土),两者不相似性指数最小为  $15.739 < 55.231$  (冲积砂壤土与水稻黏土)  $< 68.678$  (水稻黏土与冲积粉砂土)。对 4 种土壤的微生物进行分析时也有相同的结果(表 5),冲积粉砂土与冲积砂壤土间微生物相似性最高达到了  $0.920 > 0.660$  (冲积砂壤土与水稻黏土)  $> 0.459$  (水稻黏土与冲积粉砂土),这也从另一个角度说明了微生物与土壤养分之间的密切关系。

### 2.3 土壤微生物数量与养分相关分析

由表 6,7 看出,4 种不同类型土壤中的三大微生物数量与土壤养分呈正相关,有的达到了显著水

平,其中以放线菌与各养分间相关性最大。真菌与土壤中多种养分呈负相关。从不同生理功能菌群看,土壤纤维素分解菌、氨化细菌、硝化细菌含量与土壤养分含量都存在一定的相关性,氨化细菌较为突出,硝化细菌和纤维分解菌与土壤养分的相关

程度稍低但都达到了显著或极显著水平,三者都与速效磷成显著负相关;从养分类型看,土壤细菌、真菌和放线菌数量及各生理功能菌群与土壤有机质、腐殖质、碱解氮含量的相关性较强,与速效钾的相关性差,而与速效磷大都呈负相关。多数根际

表 1 不同类型土壤各类微生物总量 个/g 干土  
Table 1 Population of microorganisms in different types of soil

微生物种类	河滩地砂壤土	冲击砂壤土	水稻黏性土	冲击粉砂土	
细菌总量 (10 <sup>7</sup> )	根际土壤	591.88	244.47	936.9	75.585
	非根际土壤	42.303	1.793	3.40	1.092
真菌总量 (10 <sup>4</sup> )	根际土壤	72.005	7.226	135.94	40.127
	非根际土壤	6.14	5.632	3.666	4.641
放线菌总量 (10 <sup>5</sup> )	根际土壤	42.935	9.015	195.4	8.634
	非根际土壤	4.842	4.388	3.046	3.422
芽孢细菌总量 (10 <sup>5</sup> )	根际土壤	46.053	15.268	135.99	26.908
	非根际土壤	5.458	3.40	4.223	4.746
荧光假单胞菌总量 (10 <sup>4</sup> )	根际土壤	154.89	25.877	121.2	20.89
	非根际土壤	0.886	1.59	2.665	3.445
硝化细菌总量 (10 <sup>4</sup> )	根际土壤	51.49	13.713	226.5	10.016
	非根际土壤	5.37	6.957	19.75	15.175
氨化细菌总量 (10 <sup>4</sup> )	根际土壤	440.73	481.71	741.11	409.36
	非根际土壤	353.29	290.87	302.97	313.59
固氮菌总量 (10 <sup>3</sup> )	根际土壤	1.6	0.31	20.742	110.24
	非根际土壤	3.016	20.007	4.086	45.0
纤维素分解菌总量 (10 <sup>3</sup> )	根际土壤	226.9	21.09	854.9	20.26
	非根际土壤	22.74	7.21	9.07	2.53

表 2 不同类型土壤养分含量  
Table 2 Rhizosphere and bulk nutrient contents of different type of soils

土壤养分含量	河滩地砂壤土	冲击砂壤土	水稻黏性土	冲击粉砂土	
有机质/%	根际土壤	1.53	1.94	3.12	1.32
	非根际土壤	1.46	1.62	2.74	1.27
腐殖质/%	根际土壤	1.34	1.55	2.3	1.63
	非根际土壤	1.33	1.42	2.09	1.49
速效钾 /mg·kg <sup>-1</sup>	根际土壤	274.7	290.1	343.8	326.8
	非根际土壤	357.3	237.9	228.5	244.4
碱解氮 /mg·kg <sup>-1</sup>	根际土壤	64.06	92.15	136.69	77.12
	非根际土壤	112.14	84.17	115.22	84.08
速效磷 /mg·kg <sup>-1</sup>	根际土壤	29.43	24.16	17.06	28.47
	非根际土壤	24.22	21.98	15.02	22.71
pH	根际土壤	5.17	5.41	4.92	4.6
	非根际土壤	5.33	5.24	5.16	4.48

表 3 土壤间养分含量相似性分析  
Table 3 Similarity analysis of soil nutrient contents

	河滩地砂壤土	冲击砂壤	水稻粘性土	冲击粉砂土
河滩地砂壤土	1.000	0.932	0.899	0.966
冲积砂壤土	0.932	1.000	0.989	0.992
水稻黏性土	0.899	0.989	1.000	0.968
冲积粉砂土	0.966	0.992	0.968	1.000

表 4 土壤间养分含量不相似性分析

Table 4 Dissimilarity analysis of soil nutrient contents

	河滩地砂壤土	冲击砂壤	水稻粘性土	冲击粉砂土
河滩地砂壤土	0.000	40.056	74.351	31.029
冲积砂壤土	40.056	0.000	55.231	15.739
水稻黏性土	74.351	55.231	0.000	68.678
冲积粉砂土	31.029	15.739	68.678	0.000

表 5 土壤间各类微生物总量相似性分析

Table 5 Similarity analysis of microorganism populations in different type of soils

	河滩地砂壤土	冲击砂壤	水稻粘性土	冲击粉砂土
河滩地砂壤土	1.000	0.849	0.881	0.652
冲积砂壤土	0.849	1.000	0.660	0.920
水稻黏性土壤	0.881	0.660	1.000	0.459
冲积粉砂土	0.652	0.920	0.459	1.000

表 6 微生物数量与根际土壤养分的相关分析

Table 6 Correlation between microorganism populations and rhizosphere soil nutrient contents

	有机质	腐殖质	碱解氮	速效磷	速效钾
根际细菌总量	0.846	0.714	0.655	-0.667	0.510
非根际细菌总量	-0.320	-0.513	-0.581	0.568	-0.716
根际真菌总量	0.851	0.721	0.663	-0.675	0.519
非根际真菌总量	-0.935	-0.989	-0.998	0.996	-0.994
根际放线菌总量	0.888	0.890	0.861	-0.852	0.626
非根际放线菌总量	-0.388	-0.857	-0.726	0.633	-0.999**
根际硝化细菌总量	0.893	0.888	0.863	-0.855	0.618
非根际硝化细菌总量	0.452	0.890	0.749	-0.658	0.993**
根际氨化细菌总量	0.962*	0.928	0.956*	-0.961*	0.630
非根际氨化细菌总量	-0.377	-0.513	-0.620	0.614	-0.502
根际纤维素分解菌总量	0.878	0.858	0.828	-0.822	0.583
非根际纤维素分解菌总量	0.058	-0.386	-0.349	0.277	-0.661

注：\*表示显著相关；\*\*表示极显著相关。

表 7 微生物数量与非根际土壤养分的相关分析

Table 7 Correlation between microorganism populations and bulk soil nutrient contents

	有机质	腐殖质	碱解氮	速效磷	速效钾
根际细菌总量	0.857	0.703	0.937	-0.704	0.122
非根际细菌总量	-0.222	-0.452	0.555	0.488	0.988*
根际真菌总量	0.739	0.809	0.877	-0.746	0.014
非根际真菌总量	-0.608	-0.915	-0.189	0.868	0.724
根际放线菌总量	0.920	0.933	0.765	-0.919	-0.254
非根际放线菌总量	-0.453	-0.824	-0.037	0.765	0.757
根际硝化细菌总量	0.925	0.931	0.766	-0.919	-0.253
非根际硝化细菌总量	0.520	0.873	0.188	-0.805	-0.664
根际氨化细菌总量	0.981*	0.947	0.612	-0.972*	-0.438
非根际氨化细菌总量	-0.368	-0.420	0.495	0.510	0.947
根际纤维素分解菌总量	0.910	0.908	0.806	-0.891	-0.189
非根际纤维素分解菌总量	0.030	-0.288	0.685	0.292	0.911

注：\*表示显著相关；\*\*表示极显著相关。

微生物与非根际土壤养分的相关性稍大于根际微生物与根际土壤养分的相关性，这可能是由于烟株虽然生长改变了土壤小环境，但其周围的土壤大环境对根际微生物也存在着间接的重要联系。

## 2.4 不同土壤微生物多样性指数

生物多样性指数是描述生物类型数和均匀度的一个度量指标，它在一定程度上可反映生物群落中物种的丰富程度及其各类型间的分布比例<sup>[7]</sup>。一

般而言，一个群落中物种类型数越多，各类型间分布比例越均匀，该群落的生物多样性指数就越高。

采用 shannon-wiener 多样性指数公式

$$SW = - \sum_{i=1}^n pi(\ln pi), \text{ 式中 } pi \text{ 为某群落中第 } i \text{ 个类型}$$

的个体数占总个体数的百分比。根据上述公式分别计算了不同土壤条件下土壤微生物多样性指数（图 1）。结果显示，不同土壤类型的微生物多样性指数

存在差异,根际土壤中表现为:冲积粉砂土>水稻黏土>冲积砂壤土>河滩地砂壤土。在非根际土壤中表现为:冲积粉砂土>冲积砂壤土>水稻黏土>河滩地砂壤土。

结合图 2 看出,并不是微生物总量高的土壤其多样性指数就高,冲积粉砂土微生物总量在根际及非根际中都为最少,但土壤多样性指数最高,这与其它研究结果相一致<sup>[8]</sup>。这是由于某些土壤虽然养分较丰富,但它仅适合某一类或几类微生物的生长,而不适宜其它类微生物生存,结果土壤中微生物总数可能很高,但微生物多样性指数不一定高。

### 3 讨论

试验结果表明,在根际和非根际土壤中,4 种类型土壤微生物种类都是以细菌、放线菌、真菌为主,占微生物总量的 95%以上。在烟株整个生育期,根际土壤中微生物总量大于非根际土壤中各微生物总量。但无论是在根际还是非根际土壤中,各类微生物在不同土壤类型条件下优势不同,这说明在不同生态条件下微生物区系是有差异的,其活动和发展变化要受环境因素影响,但微生物中的类群大都与土壤养分有密切关系或显著相关。烤烟根际微

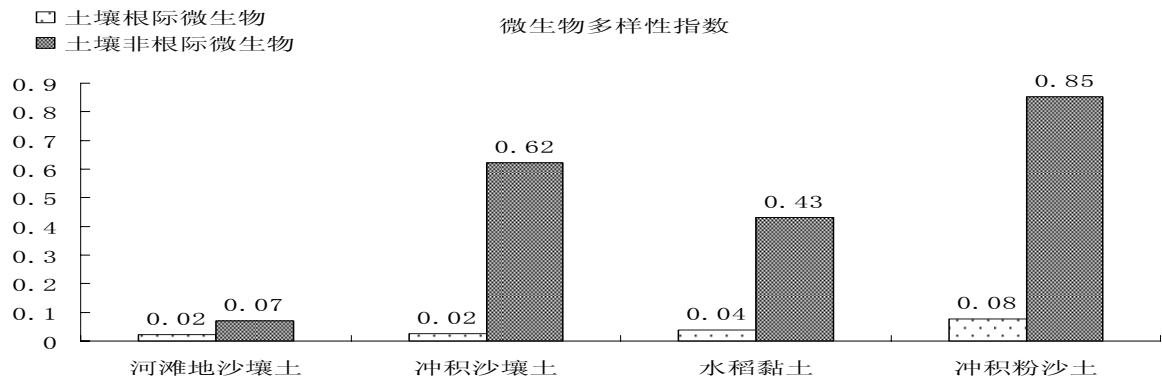


图 1 微生物多样性指数

Figure 1 Diversity indexes of microorganism in rhizosphere and non-rhizosphere zones of flue-cured tobacco plants

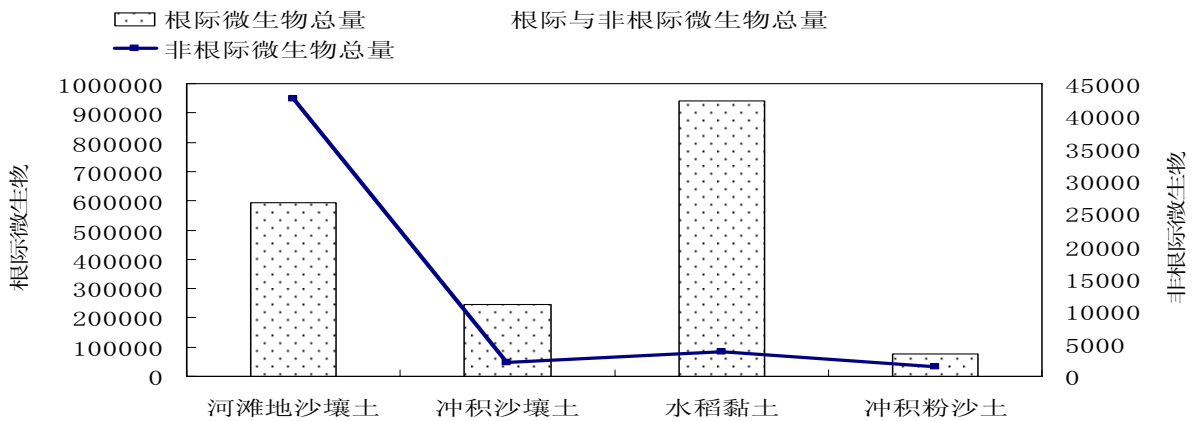


图 2 根际与非根际微生物总量

Figure 2 Population of microorganisms in rhizosphere and non-rhizosphere zones of flue-cured tobacco plants

生物的数量、群落结构、优势种群和种群多样性及它们的变化要受生育期和植烟土壤类型的影响,因为烟株生长过程中从外界吸收养料和水分的同时,也向环境释放各种无机和有机物质,包括无机盐离子和氢离子、氨基酸、碳水化合物和有机酸、生长素类物质和酶类等;根际生长还造成一些脱落物,因此,根际中的微生物能够获得充分的而且同根外有所区别的营养,通过营养选择和富集作用,使在根际发育的微生物种类、数量以及主要生理类群不同于根外。这些影响因素的影响程度,以及通过什么途径施加影响等问题,还有待进一步研究。

冲积粉砂土河滩地各类微生物总量都较低,但是该类型土壤中有机质和腐殖质含量除较水稻黏性土壤较小外,与其它两种土中含量差异不明显;速效磷、碱解氮等在植烟生长期内也与水稻黏土中含量相差较小,较其它两种土壤差异不明显。这可能是由于该土壤施肥水平较高,或含有能有效利用及保持土壤养分相关微生物,或是其特有的土壤物理特征造成的。从土壤相似性、不相似性和总微生物相似性分析可以看出,冲积粉砂土河滩地和冲积砂壤土的土壤养分相似性最高,这也说明了微生物与土壤养分的确有十分密切的关系。

土壤中的大多数微生物类群都与土壤养分密切相关,养分高的土壤中微生物数量也多。三大微生物类群中以放线菌和土壤养分间相关性最强,功能微生物类群中以纤维素分解菌、氨化细菌、硝化细菌相关性最好,大于其它类群的相关系数,氨化细菌尤为显著。土壤细菌、真菌和放线菌数量及各生理功能菌群与土壤有机质、腐殖质、碱解氮含量

的相关性较强,与速效钾的相关性差,与速效磷大都为负相关。而且大多数根际微生物与田间土壤养分的相关性稍大于根际微生物与根际土壤养分,这可能是由于虽然烟株的生长改变了土壤小环境,但周围的土壤环境对微生物同时也有信息、物质和能量的交换,维持紧密联系所致。一个群落中物种类型数越多,各类型间分布比例越均匀,则该群落的生物多样性指数就越高,该指数与微生物总量并无明显联系;这可作为衡量土壤环境优劣和健康的指标。所以在土壤养分相对较低的冲积粉砂土中,其群落结构较其它土壤类型反而合理一些。

### 参考文献

- [1] 洪坚平, 谢英荷. 不同施肥条件下土壤微生物生物量的研究[J]. 山西农业大学学报, 1996, 16 (1): 19-21.
- [2] 章家恩, 刘文高, 胡刚. 不同土地利用方式下土壤微生物数量与土壤肥力的关系[J]. 土壤与环境, 2002, 11 (2): 140-143.
- [3] 许景伟, 王卫东, 李成. 不同类型黑松混交林土壤微生物酶及其土壤养分关系的研究[J]. 北京林业大学学报, 2000, 22 (1): 52-55.
- [4] 薛立, 陈红跃, 谭绍满, 等. 不同林分土壤养分、微生物与酶活性的研究[J]. 土壤学报, 2003, 40 (2): 281-285.
- [5] 中国科学院南京土壤研究所微生物室. 土壤微生物研究法[M]. 北京: 科学出版社, 1985.
- [6] 鲍士旦. 土壤农化分析 [M]. 3版. 北京: 中国农业出版社, 2000: 44-196.
- [7] 骆世明, 彭少麟. 农业生态系统分析[M]. 广州: 广东科技出版社, 1996.
- [8] 习金根, 孙光明, 陆新华. 不同的施肥方式对剑麻施肥区域土壤微生物类群的影响[J]. 中国麻业, 2005, 27 (5): 235-239.

(责任编辑 徐秋萍)