

邓天天,周士波,胡 焯,等. 添加微生物菌剂对土壤中氮磷形态及含量的影响[J]. 江苏农业科学,2019,47(9):276-280.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.09.064

添加微生物菌剂对土壤中氮磷形态及含量的影响

邓天天,周士波,胡 焯,黄 坦,梁耀洪

(河南工程学院资源与环境学院,河南郑州 451191)

摘要:通过批次试验研究微生物菌剂与化学肥料混用条件下对土壤中氮磷形态及含量变化的影响。结果表明,微生物菌剂单一或与肥料混用时均对土壤中有效磷含量的影响较小。微生物菌剂与磷肥混用时会抑制氮素的形态转化,造成土壤中的硝态氮含量降低;与氮磷肥混用时,该抑制过程被抵消,土壤中硝态氮含量明显增加。微生物菌剂与氮肥、磷肥三者共用时能有效增加土壤铵态氮含量,且在氮肥、磷肥与微生物菌剂质量比为1:1:30时,铵态氮含量的增加效果最好,氮肥、磷肥与微生物菌剂质量比为1:1:20时,硝态氮含量的增加效果最好。研究结果为微生物菌剂在农业生产过程中的有效使用和微生物菌剂与化肥混用的最佳配比研究提供了一定的数据和理论支持。

关键词:微生物菌剂;氮肥;磷肥;含量;形态

中图分类号: S182;S153.6⁺¹ **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)09-0276-04

尽管近年来农业种植发展迅猛,但是我国耕地基础地力低的现状使得种植农作物的产量并不能满足基本的粮食需求。化肥的增产效果使其成为现代农业中不可或缺的主角。虽然化学肥料的使用带来了农作物产量的明显提高,但不合理的过量使用化肥也引发了土壤板结、微生态失衡、土地生产能力下降等一系列问题^[1-2]。在解决农业面源污染的问题上,传统的物理化学处理方法由于其二次污染或成本原因而使其大范围的使用受到限制,而微生物菌剂的出现则在一定程度上弥补了以往处理方法中的不足,其具有预防病害、提高地力、改良土壤、中和土壤酸碱度、降低土壤重金属和盐碱毒害等优点,微生物菌剂主要通过培育特定的微生物,利用微生物以有机物为营养物进行生长繁殖的特性,达到高效处理土壤污染的目的^[3]。因此,有关微生物菌剂的研究也逐渐成为环境领域新的研究方向。

微生物菌剂是一种由人为培育的多种微生物,通过分离、纯化等一系列方法获得优势菌,采用固定化技术将其与载体制备而成的^[4]。微生物菌剂是一类以微生物的生命活动及其产物修复土壤的生物活体制品,由于微生物种类繁多、作用机制多样,研发与应用的潜力巨大^[5-6]。

目前国外报道较多的为EM(有效微生物)菌,是由日本琉球大学的比嘉照夫教授于20世纪80年代初期研究发明的微生物菌剂,该菌群具有组成复杂、结构稳定、功能广泛等特点^[7-8]。而我国的微生物菌剂研究始于20世纪50年代。近年来,在复合微生物菌剂上的研究也逐渐增多,如李鸣雷等使用平板法从土壤样品中分离培养得到微生物菌剂^[9];席北斗等使用筛选法培育了复合微生物菌剂V^[10];张陇利等自制了VT复合微生物菌剂^[11],都显示了国内在微生物菌剂研究上的成就和进展。此外有研究表明,微生物菌剂与化肥混用后,

可提高农作物的产量和品质,比传统单施化肥增产5%~10%^[12-15],可使小麦、玉米等作物的化肥使用量降低25%~30%^[16-18]。

近年来,已有研究者在微生物菌剂与化肥配施对番茄、水稻、菠菜、大蒜等作物的产量和品质的影响以及对秸秆还田后土壤酶活性、土壤微生物数量的影响等方面进行了一系列的研究^[19-22]。但利用微生物菌剂与化肥的不同配比对土壤中氮磷的形态及含量影响的相关研究较少。微生物菌剂和化肥混合使用,不仅可以保证农作物产量和品质,还可以在一定程度上减少化肥的使用量,恢复土壤功能。本研究主要分析微生物菌剂添加条件下对土壤中氮磷形态及含量的影响,以期找到微生物菌剂与氮磷肥共同作用的最佳配比,以及微生物菌剂与氮磷肥共同作用对土壤中氮磷形态及含量产生的影响,为微生物菌剂在农业生产过程中的有效使用提供一定的数据和理论支持。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 供试土壤 本研究所用土壤来自河南省新郑市郭店乡刘庄(113.7° E,34.4° N)的农田,采样时农田种植物为小麦。经测定,采样土壤为碱性土壤,风干土样含水率为2.3%,新鲜土样含水率为13.1%。属黄壤土,适宜耕种,但有效含水量较少,播种出苗不齐,需要灌溉。土壤的基本理化性质如下:有机碳含量为10.28 g/kg,全磷含量为4.10 g/kg,有效磷含量为17.05 mg/kg,NO₃⁻-N含量为10.03 mg/kg,NH₄⁺-N含量为16.58 mg/kg,pH值为8.06。

1.1.2 试验装置及仪器 试验所用装置为普通塑料花盆,盆上口直径9 cm,高8.5 cm,盆口面积为0.006 4 m²。所用仪器主要有UV-6300紫外可见分光光度计、ZD-85恒温往复振荡器、HH-4数显恒温水浴锅、L-530离心机、DHG-9070电热恒温鼓风干燥箱等。

试验所用微生物菌剂购于湖北灵光生物有限公司,含有固氮菌、解磷菌等。与化肥或有机肥配合使用可提高肥料利

收稿日期:2018-02-01

基金项目:河南省教育厅项目(编号:16A610016)。

作者简介:邓天天(1987—),女,河南洛阳人,博士,副教授,主要从事农田土壤污染治理工作。E-mail:280233394@qq.com。

用率。所用外加氮肥为硝酸铵 (NH_4NO_3), 属于硝铵态氮肥, 氮肥中含有铵离子和硝酸根 2 种形态的氮, 含氮量为 33% ~ 35%, 分为白色粉状结晶和白色或浅黄色颗粒 2 种, 易溶于水, 是一种速效氮肥, 其中的铵离子和硝酸根离子占 1/2, 属于化学酸性、生理中性的肥料。所用磷肥为过磷酸钙, 是我国的主要磷肥品种, 通常称为普通过磷酸钙, 简称普钙, 是用硫酸直接分解磷矿制得的磷肥, 主要有用组分是磷酸二氢钙的水合物 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 和少量游离的磷酸, 还含有无水硫酸钙组分 (对缺硫土壤有用)。过磷酸钙含有有效磷 14% ~ 20%, 属于水溶性速效磷肥, 分为灰色或灰白色粉末或颗粒, 可直接作为磷肥, 也可作复合肥料的配料。

1.2 试验时间及地点

试验于 2017 年 7 月 19 日至 8 月 15 日在河南工程学院农田土壤污染控制修复实验室进行。

1.3 试验方法

为研究微生物菌剂与氮磷肥混用对土壤中氮磷形态及含量的影响, 共设计 4 组试验, 每组试验的微生物菌剂添加量分为 4 个梯度 (表 1)。试验所用氮磷肥分别为硝酸铵和过磷酸钙, 设置硝酸铵浓度为 2 g/L, 添加量为 50 mL, 设置过磷酸钙浓度为 5 g/L, 添加量为 20 mL。

表 1 试验分组设计

分组	添加物	微生物菌剂添加量梯度 (g/盆)
A	微生物菌剂	0、1、2、3
B	微生物菌剂 + 氮肥	0、1、2、3
C	微生物菌剂 + 磷肥	0、1、2、3
D	微生物菌剂 + 氮肥 + 磷肥	0、1、2、3

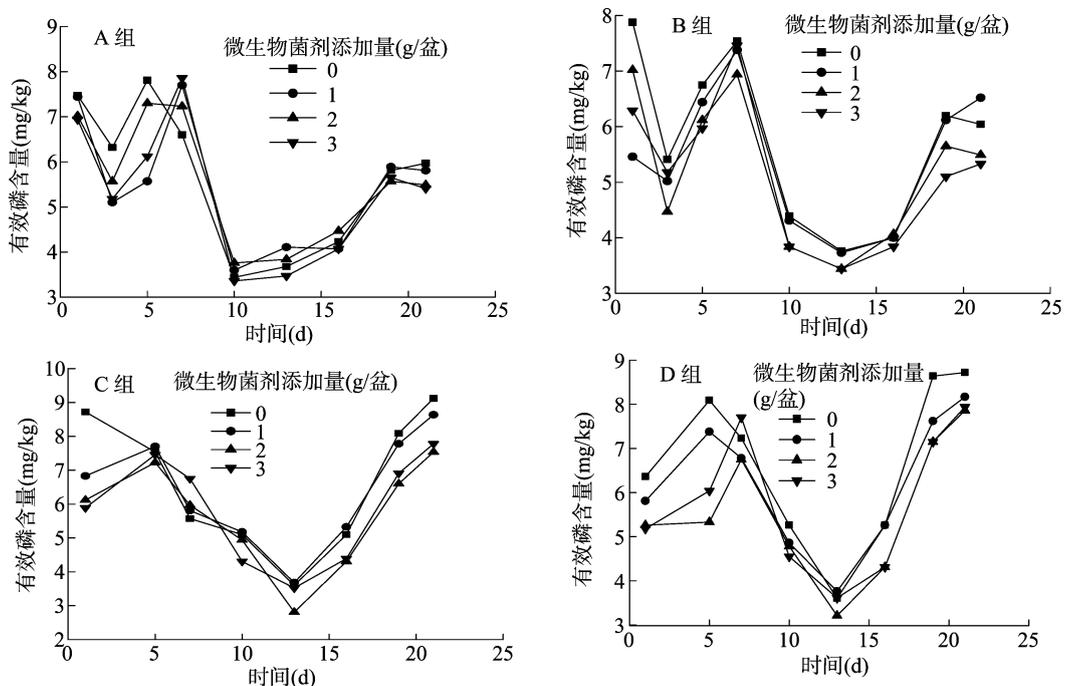


图 1 4 组试验的有效磷含量变化曲线

2.2 微生物菌剂与氮磷肥混用对铵态氮含量的影响

土壤中肥料的不同添加方式对铵态氮含量的影响直接表现为 1 个月内所测量的铵态氮含量变化。如图 2 所示, 总体

1.4 分析和测试方法

从培养当天开始计算, 定时检测土壤中的氮磷含量, 每天定时浇水, 保持田间水量。通过氮磷含量的变化, 研究微生物菌剂与氮磷肥混用对土壤中氮磷形态及含量的影响。本试验采用紫外分光光度法测定土壤硝态氮含量, 用氯化钾浸提法测定土壤铵态氮含量, 用碳酸氢钠浸提 - 钼锑抗分光光度法测定土壤有效磷含量。

1.5 数据处理与分析

利用 Origin 8.0 和 Excel 2007 对本研究数据进行处理与分析。

2 结果与分析

2.1 微生物菌剂与氮磷肥混用对有效磷含量的影响

通过对 1 个月内有有效磷含量的测定, 得到有效磷含量随时间的变化曲线。由图 1 可以看出, A 组与 B 组呈现出相似的变化趋势, 而 C 组与 D 组的变化趋势较为接近。由结果可见, 2 种模式下微生物菌剂的不同添加量对有效磷含量的变化作用并不明显, 这主要是因为该微生物菌剂并无解磷功能, 在无外加磷肥的条件下无法影响土壤中的有效磷含量。

C 组和 D 组呈现基本相同的曲线趋势则表明, 微生物菌剂的不同添加梯度对有效磷含量的变化几乎不起作用, 但磷肥的添加使有效磷含量达到平衡的时间有所向后推移, 且在最后 1 次测量时含量呈上升趋势, 提高了平衡状态时土壤中的有效磷浓度。这是由于在添加磷肥的条件下, 土壤中的有效磷含量增加, 而土壤中并无可吸收有效磷的植物。由此可见, 添加磷肥对推迟平衡时间、增加有效磷浓度有明显效果, 但微生物菌剂的添加对土壤中有效磷浓度的作用效果较差。

来看, 铵态氮含量先降低最后趋于平稳, 这一方面是因为铵态氮会以挥发的形式流失^[23], 另一方面是因为其会通过硝化作用转化为硝态氮^[24]。由图 2 可以明显看出, 当微生物菌剂添

加量为 3 g/盆时,铵态氮含量较其他组高,说明此时微生物菌剂的固氮效果最好。而微生物菌剂添加量为 0.1 g/盆时,固氮效果较差,可见微生物菌剂的固氮效果随添加量的增加而增强,由此可推断,3 g/盆并不一定是最适添加量,还需用更

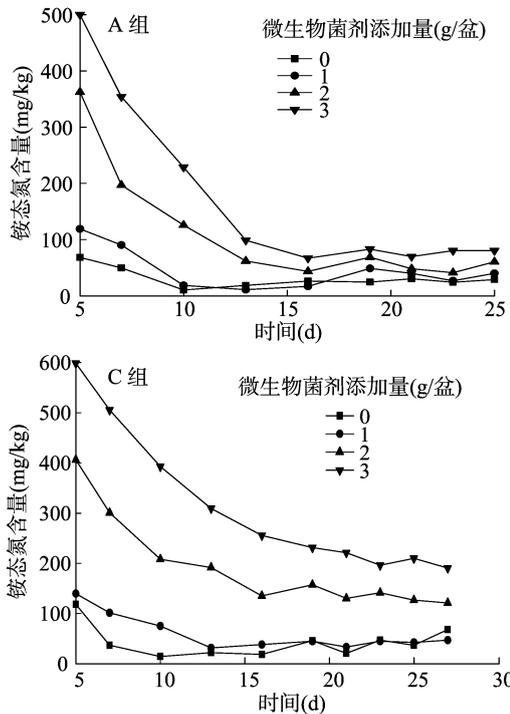


图2 4组试验的铵态氮含量变化曲线

2.3 微生物菌剂与氮磷肥混用对硝态氮含量的影响

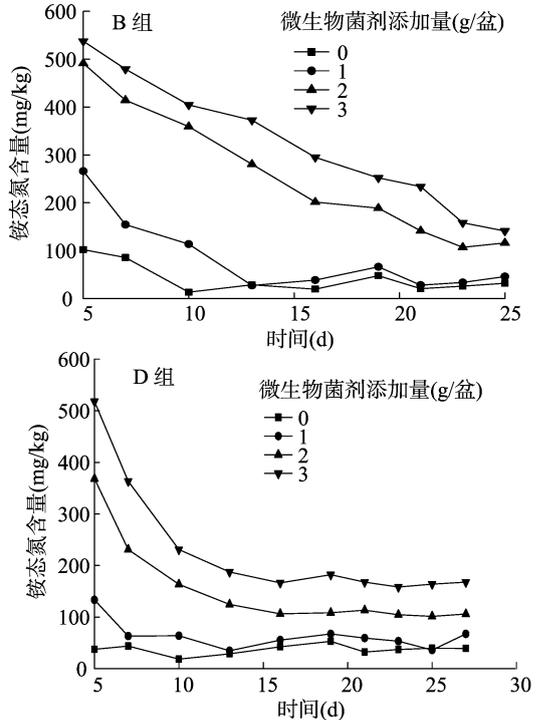
肥料的不同添加方式对硝态氮的影响如图3所示。总体来看,土壤中硝态氮含量先升高,最后趋于平稳,这一方面是由于微生物菌剂具有固氮效果,另一方面是由于铵态氮通过硝化作用转化为硝态氮^[25]。当微生物菌剂的添加量为 0 g/盆时效果明显较差,其他 3 组曲线有明显的升高。但 B 组与 A 组相比,整体含量都有所提高,说明氮肥的添加提高了土壤中硝态氮的含量。由 C 组曲线可以看出,硝态氮的整体含量降低,说明添加磷肥对硝态氮含量有抑制作用,添加量为 1 g/盆时的抑制效果明显,这可能是由于磷肥的添加抑制了硝化作用,从而使硝态氮含量整体偏低^[26]。D 组中曲线的整体趋势呈上升状态,说明当微生物菌剂与氮磷肥混用时,对硝态氮含量的增加起促进作用,且消除了磷肥对硝化作用的抑制。由此可见,当单独使用微生物菌剂与磷肥时,对土壤中的硝态氮含量有抑制效果,当添加微生物菌剂与氮肥或微生物菌剂与氮磷肥时,对硝态氮含量增加的促进效果明显,且微生物菌剂与氮磷肥混用可抵消磷肥对硝化作用的抑制。其中,最适微生物菌剂添加量为 2 g/盆。

2.4 微生物菌剂添加量为 3 g/盆时对铵态氮含量的影响

当微生物菌剂添加量为 3 g/盆时,固氮效果最好,由图 4 可以看出,当微生物菌剂与氮磷肥混用时,铵态氮含量比其他组高,微生物菌剂与氮肥混用的效果次之。各组曲线变化趋势大致相同,在 23 d 后达到平衡状态。由此可知,当微生物菌剂与氮磷肥质量比为 1:1:30 时,固氮效果最好。

2.5 微生物菌剂添加量为 2 g/盆时对硝态氮含量的影响

高梯度的试验找到微生物菌剂与化肥配施的最佳配比。C、D 2 组曲线中微生物菌剂添加量为 2 或 3 g/盆时,铵态氮降低速度整体较 A、B 组减缓且最后的平衡浓度比 A、B 2 组高,说明磷肥的添加抑制了土壤中的硝化作用。



当微生物菌剂添加量为 2 g/盆时,土壤中硝态氮含量增加得最为明显,由图 5 可知, B 组由于添加了氮肥,导致前期硝态氮含量较高,但后期含量略低于 D 组,说明当添加物为微生物菌剂与氮磷肥时,土壤中硝态氮含量增加的效果最好,微生物菌剂与氮肥的混用效果次之。当添加物为微生物菌剂与磷肥时,硝化作用被抑制,但若再添加氮肥,硝态氮前期的高含量将与磷肥的抑制效果抵消,使硝态氮含量增加正常。此次测量时间为 27 d,最后 1 次测量时除 C 组外,其余各组尚未达到平衡状态,平衡时间被推迟。由此可知,当微生物菌剂添加量为 2 g/盆时,与氮磷肥混用的效果最好,即微生物菌剂与氮磷肥质量比为 1:1:20 时对硝态氮含量增加的效果最好。

3 讨论与结论

本研究表明,添加磷肥对推迟有效磷含量平衡时间,增加有效磷浓度有明显效果,但微生物菌剂的添加梯度对磷含量的增加效果不明显。在添加微生物菌剂与氮磷肥后对土壤中铵态氮和硝态氮含量变化的研究过程中发现,磷肥的添加对硝化作用有抑制效果;在铵态氮含量的研究中发现,当微生物菌剂与氮磷肥混用时固氮效果最好;在硝态氮含量的研究中发现,当使用微生物菌剂与磷肥时,会抑制土壤中的硝化作用,当添加微生物菌剂与氮肥或微生物菌剂与氮磷肥时,对硝态氮含量增加的促进效果明显,且微生物菌剂与氮磷肥混用可抵消磷肥的抑制作用。当氮磷肥与微生物菌剂质量比为 1:1:30 时固氮效果最好,质量比为 1:1:20 时硝态氮增加效果最好。

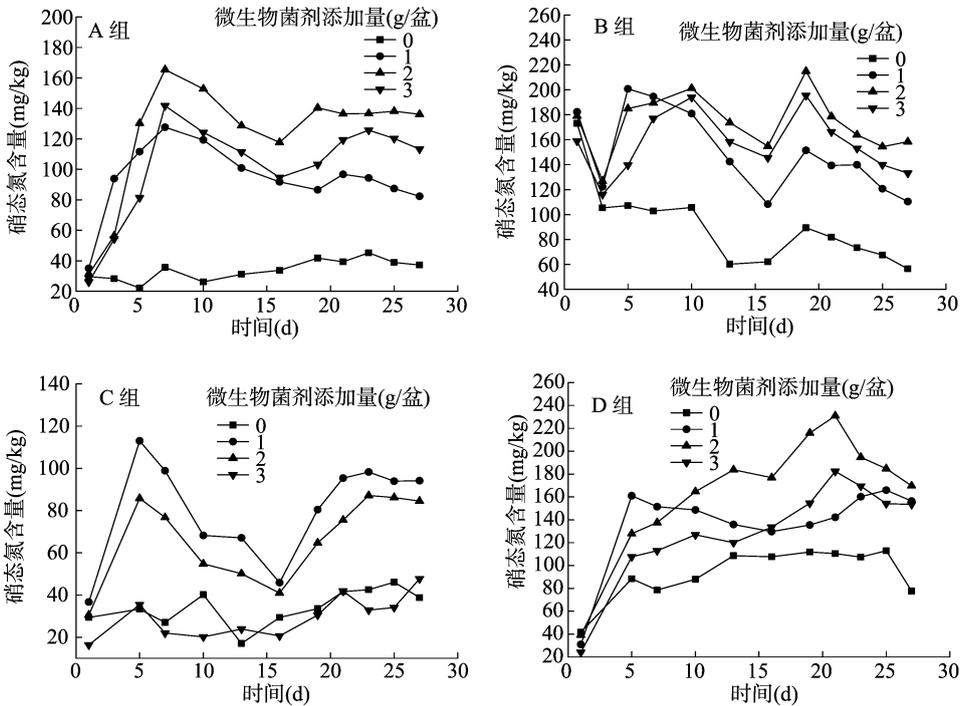


图3 4组试验的硝态氮含量变化曲线

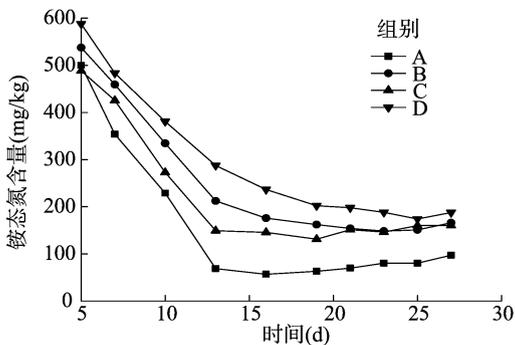


图4 微生物菌剂添加量为3 g/盆时铵态氮含量的变化

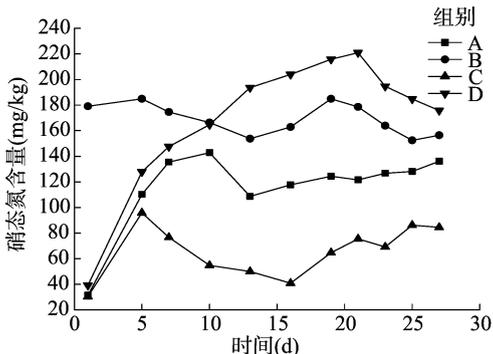


图5 微生物菌剂添加量为2 g/盆时硝态氮含量的变化

从微生物菌剂的不同添加量对氮磷含量的作用来看,对磷含量变化的效果较差,但对铵态氮与硝态氮含量变化的效果明显且有最适添加量,说明施用微生物菌剂能增强土壤的供氮能力^[27]。从微生物菌剂与氮磷肥混合使用对氮磷含量的作用来看,氮磷肥的利用率得到了提高,并且找到了在固定氮磷肥添加量的条件下微生物菌剂与氮磷肥的最适配比。本试验所用氮肥与磷肥单一,因此结论并不能被广泛使用,只是

相对于过磷酸钙和硝酸铵而言会有一定的作用。

参考文献:

- [1] 赖友旺,李茶荷,黄庆海. 红壤性水稻土无机肥施与土壤结构特性的研究[J]. 土壤学报,1992,29(2):168-174.
- [2] Spalding R E, Exner M E. Occurrence of nitrate in groundwater - a review[J]. Journal of Environmental Quality,1993,22:392-402.
- [3] 徐承志,周涛,陈柏丽. 微生物菌剂的开发和应用现状[J]. 农业工程与能源,2017,48(4):172.
- [4] 祝虹钰,刘闯,李蓬勃,等. 微生物菌剂的应用及其研究进展[J]. 湖北农业科学,2017,56(5):805-808.
- [5] 李清华,吴昊. 复合微生物菌剂的研究应用现状[C]//中国环境科学学会. 中国环境保护优秀论文集. 北京:中国环境科学出版社,2005:1971-1973.
- [6] 文娅,赵国柱,周传斌,等. 生态工程领域微生物菌剂研究进展[J]. 生态学报,2011,31(20):6287-6294.
- [7] 郑健斌. 复合微生物菌剂的应用与发展前景[J]. 甘肃农业,2001,20(3):26-27.
- [8] 方亚曼. 复合微生物菌剂的研制及其在堆肥上的应用研究[D]. 上海:上海师范大学,2011:4-5.
- [9] 李鸣雷,商鸿生,谷洁,等. 促进农业废弃物腐解的复合微生物菌剂的筛选[J]. 西北农业学报,2005,14(2):101-104.
- [10] 席北斗,刘鸿亮,黄国和,等. 复合微生物菌剂强化堆肥技术研究[J]. 环境污染与防治,2003,25(5):262-264.
- [11] 张隰利,刘青,徐智,等. 复合微生物菌剂对污泥堆肥的作用效果研究[J]. 环境工程学报,2008,2(2):266-268.
- [12] 王明友,李光忠,杨秀凤,等. 微生物菌肥对保护地黄瓜生育及产量、品质的影响研究初报[J]. 土壤肥料,2003(3):38-41.
- [13] 魏国强,孙治强,常高正,等. 不同施肥量对温室基质栽培番茄产量与品质的影响[J]. 河南农业大学学报,2000,34(4):385-387.

广建芳,邵孝候,赵廷超,等. 黔西南植烟土壤 pH 值分布与主要养分的相关关系[J]. 江苏农业科学,2019,47(9):280-283.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.09.065

黔西南植烟土壤 pH 值分布与主要养分的相关关系

广建芳^{1,2}, 邵孝候^{1,2}, 赵廷超³, 刘洋³, 刘锦华³, 马骏³, 杨绪^{1,2}, 丁福章⁴

(1. 河海大学农业工程学院, 江苏南京 210098; 2. 南方地区高效灌排与农业水土环境教育部重点实验室, 江苏南京 210098;

3. 贵州省烟草公司黔西南州公司, 贵州兴义 562400; 4. 贵州省烟草科学研究院, 贵州贵阳 550003)

摘要:土壤 pH 值是土壤养分有效性的主要影响因素, 研究土壤 pH 值的分布特征及土壤 pH 值与主要养分的相关关系, 对于提高烤烟养分精准管理具有重要意义。对黔西南 6 个县的土壤 pH 值与主要养分的统计和灰色关联分析结果如下: (1) 黔西南州烟区土壤平均 pH 值为 6.23, 总体呈弱酸性, 73.1% 的土壤 pH 值在适宜优质烟叶生产的范围内 (pH 值为 5.5~7.5)。 (2) 黔西南州主要植烟土壤类型平均 pH 值依次为黄红壤土 < 紫色土 < 黄壤土 < 黄棕壤土 < 石灰土。黄壤土、黄红壤土、石灰土三大土壤类型占 86.48%, pH 值适宜的优质烟叶生产比例均达到 70% 以上。 (3) 土壤 pH 值在 6.6~7.5 范围内的有机质、氮、磷、钾含量最高, 黔西南州土壤有机质、全氮、速效氮、速效磷、速效钾含量平均值均达到烤烟种植所需的适宜范围。但速效磷、全钾含量变异系数较大, 有 19.91% 的土壤缺磷, 7.44% 的土样缺氮。 (4) 土壤养分与土壤 pH 值灰色关联分析的排序结果为速效氮含量 > 速效钾含量 > 有机质含量 > 速效磷含量 > 全磷含量 > 全氮含量 > 全钾含量。

关键词:植烟土壤; pH 值; 黔西南; 土壤养分; 灰色关联分析

中图分类号: S572.06 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)09-0280-04

黔西南位于贵州省西南部 (24°38'~26°11'N, 104°35'~106°32'E), 境内土壤有红壤、黄壤土、黄棕壤土、石灰土、紫色土等类型, 植烟土壤大部分系微酸性或中性, 为优质烤烟生产提供了有利的条件, 研究表明最适宜烤烟生长的 pH 值在

5.5~7.5 之间^[1-3]。土壤酸碱性 and 土壤养分的相关性研究表明, 当土壤的酸性增加时, 土壤中的可溶性磷易与铁、铝形成化合物, 降低磷的有效性, 形成磷酸铁、磷酸铝而降低有效性, 而土壤中的交换性钾、钙、镁等易被置换出来, 当降水量大大超过蒸发量时, 易被淋溶流失; 当土壤 pH 值大于 7.5 时, 土壤中的钙、镁等离子易形成碳酸盐沉淀, 土壤微生物都有一定的适宜酸碱度范围, 过酸或过碱都会影响土壤微生物的数量及种类, 从而影响氮素及其他养分的转化和植物生长^[4-7]。黔西南地区植烟土壤成母土质多, 土壤类型多样, 通过研究土壤 pH 值分布与土壤类型、土壤养分的相关关系, 对于评价植烟土壤的宜种性、调节土壤 pH 值、改变土壤肥力现状和结构, 做到因地制宜、科学管理, 充分发挥土地的生产潜力, 以及烤烟的优质高产具有重要的实践意义。

收稿日期: 2019-01-19

基金项目: 中央高校基本科研业务费专项 (编号: 2016B42414); 贵州省烟草公司黔西南州公司科技项目 (编号: 201502); 中国烟草总公司贵州省公司科技项目 (编号: 201709)。

作者简介: 广建芳 (1983—), 女, 河北邢台人, 博士研究生, 主要从事农业水土工程和农业资源与环境的研究。E-mail: rossditu@163.com。

通信作者: 刘锦华, 农艺师, 主要从事烟草生产技术研究与管理。E-mail: 25858147@qq.com。

[14] 王明友, 杨秀凤, 郑宪和, 等. 复合微生物菌剂对番茄的光合特性及产量品质的影响[J]. 土壤肥料, 2004(4): 37-39.

[15] 甘小虎, 杨兴明, 常义军, 等. 有机生物菌肥在茄子上的应用效果[J]. 南京农专学报, 1998, 14(3): 47-50.

[16] 王素英, 陶光灿, 谢光辉, 等. 我国微生物肥料的应用研究进展[J]. 中国农业大学学报, 2003, 8(1): 14-18.

[17] Wu S C, Cao Z H, Li Z G, et al. Effects of biofertilizer containing N-fixers, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial[J]. Geoderma, 2005, 125(1/2): 155-166.

[18] 贺冰, 赵月平, 邵秀丽, 等. 微生物菌剂与化学肥料配施对番茄幼苗生长的影响[J]. 河南农业大学学报, 2010, 44(5): 528-531.

[19] 解媛媛. 微生物菌剂与化肥不同配比对秸秆还田后土壤酶活性和土壤微生物群落影响的研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2010: 1-6.

[20] 雷先德. 微生物菌剂在作物化肥减量化技术上的应用研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2012: 7-16.

[21] 钱海燕, 杨滨娟, 黄国勤, 等. 秸秆还田配施化肥及微生物菌剂对水田土壤酶活性和微生物数量的影响[J]. 生态环境学报, 2012, 21(3): 440-445.

[22] 邵秀丽, 王吉庆, 张慎璞, 等. 微生物菌剂与尿素配施对大蒜氮吸收及产量的影响[J]. 北方园艺, 2013(16): 199-202.

[23] 朱兆良. 农田中氮肥的损失与对策[J]. 土壤与环境, 2000, 9(1): 1-6.

[24] 杨颂, 杨利民. 微生物菌剂在农业生产上的应用[J]. 吉林农业, 2015(12): 86-87.

[25] 谢云, 王延华, 杨浩. 土壤氮素迁移转化研究进展[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(8): 3442-3444, 3462.

[26] Galloway J N, Dentener F J, Capone D G, et al. Nitrogen cycles: past, present, and future[J]. Biogeochemistry, 2004, 70(2): 153-226.

[27] 王光祖. 微生物肥料对土壤肥力的影响[J]. 上海农业科技, 2005(1): 101-102.