

魏 猛,唐忠厚,张爱君,等. 长期不同施肥对潮土微生物量碳、氮的影响[J]. 江苏农业科学,2020,48(22):307-310.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.22.055

长期不同施肥对潮土微生物量碳、氮的影响

魏 猛¹,唐忠厚¹,张爱君¹,赵 鹏¹,尚晓阳²,冯腾腾¹

(1. 江苏徐淮地区徐州农业科学研究所/江苏徐州甘薯研究中心,江苏徐州 221131;

2. 山东省日照市农业农村局,山东日照 276826)

摘要:为揭示不同施肥方式对潮土微生物量碳、氮含量的影响规律,依托潮土区长期定位监测试验,分析长期不同施肥条件下土壤微生物量碳、氮含量变化特征及其与土壤有机碳含量、全氮含量、基础呼吸强度的关系。结果表明,施肥处理(NPK、M、MNPK)均能显著提高土壤有机质、全氮、微生物量碳、微生物量氮含量及土壤基础呼吸强度。施肥处理中以 MNPK 处理微生物量碳、氮含量较 CK 处理增幅最为显著,分别达到 70.65% 和 119.63%,显著高于 NPK 处理。相关分析表明,土壤微生物量碳、氮含量与土壤有机质、全氮含量及土壤基础呼吸强度均呈极显著正相关关系。因此,长期有机无机肥配施是提高土壤微生物生物量的有效途径。

关键词:长期施肥;土壤微生物量;潮土;土壤有机碳;全氮;基础呼吸强度

中图分类号:S158 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2020)22-0307-04

土壤微生物量是指土壤中微生物活体的总量,土壤微生物不仅可以促进土壤体系中的养分循环,而且还是土壤有效养分的重要来源^[1-2],影响土壤微生物量变化的主要因素有土壤温度、pH 值、水分、

施肥等^[3-4]。施肥是农田高产和稳产最重要的措施,研究施肥措施对土壤微生物的影响一直是土壤学研究的热点。

长期肥料试验能够客观、系统地研究土壤肥力及肥料效益的变化规律。研究表明,长期施肥能够显著增加土壤微生物量碳、氮含量,与 CK 相比单施化肥处理土壤微生物量碳、氮含量的增幅最少,高量有机无机肥配施和单施有机肥处理土壤微生物量碳、氮含量的增幅最为显著^[5];施用有机肥有利于提高土壤微生物量碳、氮含量及土壤基础呼吸强

收稿日期:2020-03-05

基金项目:江苏省自然科学基金(编号:BK20191151);徐州市农业科学院院基金(编号:XK2019002)。

作者简介:魏 猛(1983—),男,山东济宁人,博士,副研究员,主要从事土壤养分管理相关研究。E-mail:weimeng1024@163.com。

通信作者:张爱君,副研究,主要从事土壤培肥及甘薯栽培技术相关研究。E-mail:zhangaijun608@163.com。

[10]侯 慧,董 坤,杨智仙,等. 连作障碍发生机理研究进展[J]. 土壤,2016,48(6):1068-1076.

[11]耿 贵,杨瑞瑞,於丽华,等. 作物连作障碍研究进展[J]. 中国农学通报,2019,35(10):36-42.

[12]吴凤芝,赵凤艳,刘元英. 设施蔬菜连作障碍原因综合分析防治措施[J]. 东北农业大学学报,2000,31(3):241-247.

[13]刘 来,孙 锦,郭世荣,等. 大棚辣椒连作土壤养分和离子变化与酸化的关系[J]. 中国农学通报,2013,29(16):100-105.

[14]李 勇,黄小芳,丁万隆. 根系分泌物及其对植物根际土壤微生物生态环境的影响[J]. 华北农学报,2008,23(增刊1):182-186.

[15]张晓玲,潘振刚,周晓锋,等. 自毒作用与连作障碍[J]. 土壤通报,2007,38(4):781-784.

[16]Bertin C, Yang X H, Weston L A. The role of root exudates and allelochemicals in the rhizosphere [J]. Plant and Soil, 2003, 256(1):67-83.

[17]连兆煌. 无土栽培原理与技术[M]. 北京:中国农业出版社,1994.

[18]鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,2000.

[19]李录久,刘荣乐,陈 防,等. 不同氮水平对生姜产量和品质及氮素吸收的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2010,16(2):382-388.

[20]赵长盛,苏 欣,胡承孝,等. 小白菜高产优质高效施用氮肥的研究[J]. 长江蔬菜,2009(14):70-75.

[21]陈丽丽,陈日远,宋世威. 氮素营养调控菜薹生长及抽薹开花的机制[C]//中国园艺学会 2018 年学术年会论文摘要集. 2018:2597.

[22]王神云,刘振宁,李建斌,等. 春甘蓝抽薹的生理与相关基因转录分析[J]. 分子植物育种,2011,9(5):605-610.

[23]李孝刚,张桃林,王兴祥. 花生连作土壤障碍机制研究进展[J]. 土壤,2015,47(2):266-271.

[24]张 晶,罗 佳,马 艳. 发酵床垫料栽培基质重复利用对辣椒生长和基质性状的影响[J]. 土壤,2017,49(6):1108-1114.

[25]谢小玉,邹志荣,江雪飞,等. 中国蔬菜无土栽培基质研究进展[J]. 中国农学通报,2005,21(6):287-290.

[26]郭世荣. 无土栽培学[M]. 北京:中国农业出版社,2003:135-142.

度^[6],然而施用无机肥对土壤基础呼吸没有显著影响^[6-7];在灌溉褐潮土上施用氮磷钾肥可显著增加土壤微生物量碳、氮含量^[8],而旱作褐土施用氮磷无机肥土壤微生物量碳、氮含量未有显著差异^[6]。施肥对土壤微生物量碳、氮含量的研究受气候、土壤类型等因素影响存在一定差异。潮土作为我国重要的农业土壤,其面积达 267 万 hm²。本试验以 39 年潮土长期定位试验为平台,研究不同施肥方式下潮土微生物量碳、氮含量的变化规律,以期为潮土区建立科学合理的施肥制度提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验点概况

试验在江苏徐淮地区徐州农业科学研究所长期定位试验田(34°16'N,117°17'E)进行。该试验地位于暖温带半湿润气候区,年蒸发量 1 870 mm,年平均气温 14 ℃,年日照时数 2317 h,年降水量 860 mm。供试土壤为沙壤质潮土,试验开始时(1980 年)土壤初始耕层(0~20 cm)基本性质为 pH 值 8.01,有机碳含量 6.26 g/kg,全氮含量 0.66 g/kg,全磷含量 0.74 g/kg,有效磷含量 12.00 mg/kg,速效钾含量 63.00 mg/kg。

1.2 试验设计

试验始于 1980 年秋,采用随机区组设计,每个处理 4 次重复,小区面积为 33.3 m²。种植轮作制为一年两熟轮作制,其中在 1981—2001 年为小麦—玉米,2002—2019 年为小麦—甘薯。本试验选用 4 个处理(表 1):不施肥(CK)、氮磷钾肥配施(NPK)、单施有机肥(M)、有机无机肥配施(MNPK)。其中,化肥中氮磷钾肥每年分别施用尿素、磷酸二铵、硫酸钾;有机肥年施用量:施马粪 75 t/hm²(1981—1984 年)、施猪粪 37.5 t/hm²(1985—2019 年);其中 1980—2019 年有机肥养分年投入量范围:N 87.75~154.69 kg/hm²、P₂O₅ 84.38~175.31 kg/hm²、K₂O 135.00~309.38 kg/hm²。在小麦、玉米季,有机肥、磷钾肥、50% 氮肥作为基肥施入,其余 50% 氮肥进行表施追肥;在甘薯季有机肥和氮磷钾肥均作为基肥施入。作物收获后移除地上部秸秆,根茬进行还田,其他管理措施与大田一致。

1.3 样品采集与测定

2019 年 6 月 8 日小麦成熟期时,每小区选取 5 个点采集 0~20 cm 土层土样,去除动、植物残体等,混匀分成 2 份,1 份用于有机碳含量、全氮含量、土

表 1 不同处理的年施肥量(1985—2015 年) kg/hm²

处理	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	有机肥
CK	0	0	0	0
NPK	300	150	225	0
M	0	0	0	37 500
MNPK	300	150	225	37 500

壤基础呼吸等指标的测定,1 份存于 4 ℃ 冰箱,用于土壤微生物量碳氮含量的测定。

土壤有机碳含量采用外加热重铬酸钾氧化法^[9]测定,全氮含量采用半微量凯氏法^[9]测定,微生物量碳、氮含量采用三氯甲烷熏蒸-K₂SO₄ 浸提法^[10]测定,土壤基础呼吸采用碱液吸收滴定法^[11]测定。

1.4 数据处理

数据采用 Excel 和 DPS 软件进行整理和统计分析。

2 结果与分析

2.1 长期不同施肥对土壤有机碳和全氮含量的影响

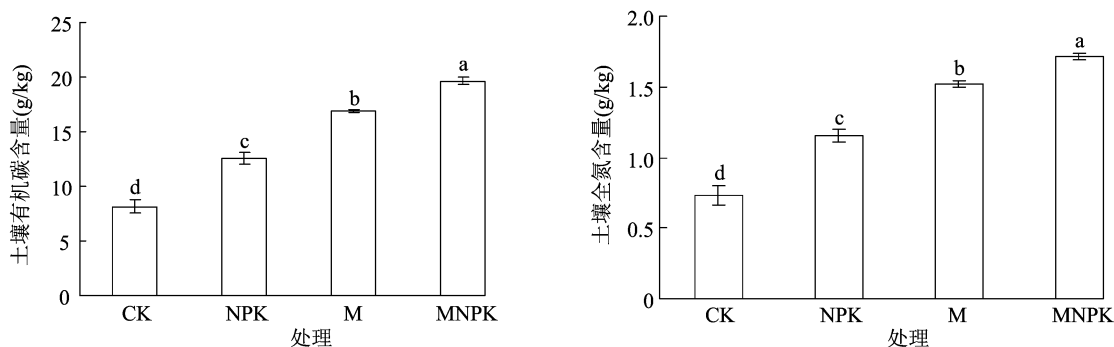
如图 1 所示,与不施肥处理(CK)相比,施肥处理(NPK、M、MNPK)均能显著提高土壤有机质、全氮含量,其中以 MNPK 处理增幅最高,土壤有机质、全氮含量的增幅分别为 142.00%、134.25%。与 NPK 处理相比,施用有机肥处理(M、MNPK)土壤有机质、全氮含量均显著提高,M、MNPK 土壤有机质含量增长幅度分别为 34.42%、56.20%;土壤全氮含量增长幅度为 32.17%、48.70%。

2.2 长期不同施肥对土壤基础呼吸强度的影响

土壤基础呼吸主要来源于微生物的呼吸作用,可作为评价土壤微生物总活性或土壤肥力的指标^[12-13]。由图 2 可知,与 CK 处理相比,氮磷钾肥配施(NPK)土壤呼吸强度显著提高,提高幅度为 87.38%,显著低于施用有机肥处理(M、MNPK)。与 CK 处理相比,施用有机肥处理(M、MNPK)均能够显著提高土壤基础呼吸强度,增加幅度分别为 148.30% 和 211.33%,且 MNPK 处理显著高于 M 处理。

2.3 长期不同施肥对土壤微生物量碳、氮含量的影响

由图 3 可知,不同施肥条件下土壤微生物量碳含量(214.90~366.73 mg/kg)、微生物量氮含量(37.72~82.77 mg/kg)变幅较大,施肥处理均显著



柱上不同小写字母表示处理间差异显著($P < 0.05$)。下图同

图1 长期不同施肥对土壤有机碳、全氮含量的影响

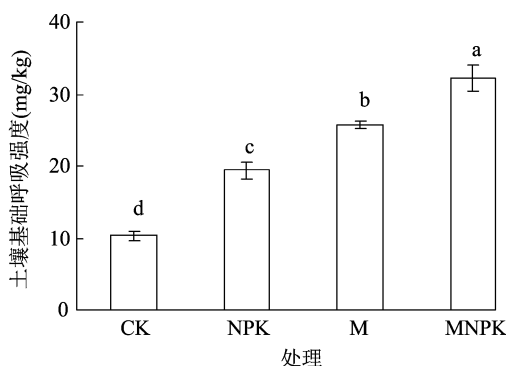


图2 长期不同施肥对土壤基础呼吸强度的影响

高于不施肥处理, 增加幅度分别为 28.70% ~ 70.65% 和 34.48% ~ 119.63%, 其中与 CK 相比,

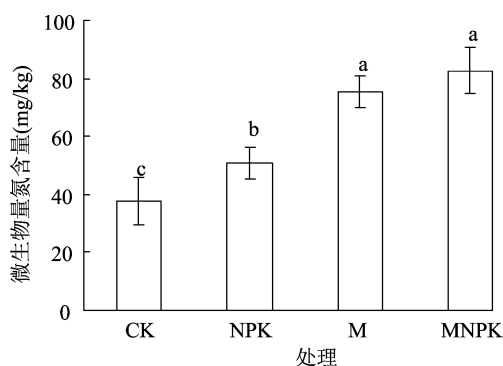
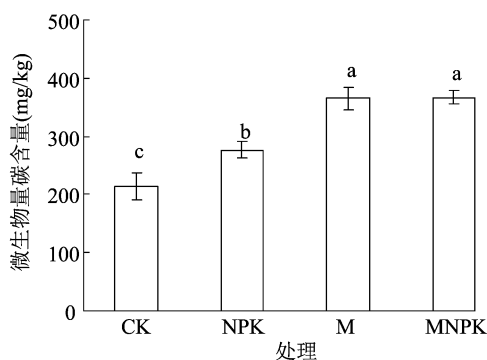


图3 长期不同施肥对土壤微生物量碳、氮含量的影响

3 讨论与结论

土壤微生物对土壤有机化合物的转化和养分的释放起着调控作用, 是土壤肥力不可或缺的组分, 其所进行的一系列活动均以碳、氮循环为中心^[14]。土壤微生物量碳是土壤有机碳的灵敏指示因子, 土壤微生物量氮是土壤氮素矿化势的重要组成部分, 土壤微生物量是土壤质量评价指标体系中

MNPK 处理对土壤微生物碳、氮含量的增加效果最好, 但与 M 处理差异不显著。施用有机肥显著提高了土壤微生物量碳氮含量, 与氮磷钾配施 (NPK) 相比, 施用有机肥处理 (M、MNPK) 土壤微生物量碳含量增加幅度分别为 32.16%、32.60%; 土壤微生物氮含量增加幅度分别为 48.55%、63.16%。

2.4 土壤微生物量碳氮含量与有机碳、全氮含量及土壤基础呼吸强度的相关性

表 2 结果表明, 微生物量碳氮含量、土壤基础呼吸强度与有机碳、全氮含量均呈极显著正相关关系, 说明土壤微生物量碳氮含量及土壤呼吸强度的显著提高均与土壤有机碳、全氮含量变化相关。

重要的生物肥力指标^[12]。本研究中, 土壤微生物量碳氮含量、有机质含量、全氮含量、基础呼吸强度均呈极显著正相关关系, 表明土壤微生物量碳氮含量及基础呼吸强度变化趋势与土壤有机质、全氮含量的变化趋势一致。不施肥处理 (CK) 土壤微生物量碳氮含量最低, 显著低于施肥处理, 主要是由于田间管理采用秸秆不还田方式, 且不施肥处理没有外源养分供应, 仅通过以根系及根茬的方式归还到土

表 2 土壤微生物生物量碳、氮及土壤基础呼吸与有机碳、全氮之间的相关性

指标	相关系数				
	有机碳含量	全氮含量	基础呼吸强度	微生物量碳含量	微生物量氮含量
有机碳含量	1.00				
全氮含量	0.99 **	1.00			
基础呼吸强度	0.99 **	0.97 **	1.00		
微生物量碳含量	0.95 **	0.95 **	0.94 **	1.00	
微生物量氮含量	0.94 **	0.95 **	0.93 **	0.90 **	1.00

注：* 表示显著相关，** 表示极显著相关。

壤中,造成土壤有机碳和全氮含量最低,而微生物又以碳氮为营养来源,造成不施肥处理土壤微生物量碳氮含量也处在最低水平。施肥农业管理措施可以显著提高土壤有机碳、全氮含量,对比施肥处理的土壤微生物量碳氮含量,发现施用有机肥(M、MNPK)显著高于 NPK 处理,这与在黑土^[15]、黄壤^[4]等上的研究结果相一致。这是因为不论施用有机肥还是无机肥均能够提高植物光合作用,促进地上和地下部生物量积累,不仅可以增加根系残茬的还田量,而且有利于根系分泌物的释放,为微生物创造有利的生存环境^[16]。另外,施用有机肥还能微生物提供外来碳源,促进其新陈代谢,提高土壤的有效养分和保水能力,因此施用有机肥土壤微生物量碳氮含量较高^[4-5]。这与本研究中施用有机肥土壤基础呼吸强度显著高于氮磷钾处理和不施肥处理的结论相吻合,表明有机肥的施用有利于维持微生物处于良好状态,促进其储存和循环更多养分。

施肥处理均能显著提高土壤有机碳、全氮、微生物量碳氮含量及土壤基础呼吸强度,其中以有机无机肥配施增幅最为显著,单施化肥增幅最少,表明有机无机肥配施是提高土壤养分和土壤微生物生物量的有效途径。

参考文献:

[1]徐阳春,沈其荣,冉 炜. 长期免耕与施用有机肥对土壤微生物生物量碳、氮、磷的影响[J]. 土壤学报,2002,39(1):89-96.

[2]孙凤霞,张伟华,徐明岗,等. 长期施肥对红壤微生物生物量碳氮和微生物碳源利用的影响[J]. 应用生态学报,2010,21(11):2792-2798.

[3]张 洋,倪九派,周 川,等. 三峡库区紫色土旱坡地桑树配置模式对土壤微生物生物量碳氮的影响[J]. 中国生态农业学报,2014,22(7):766-773.

[4]刘守龙,肖和艾,童成立,等. 亚热带稻田土壤微生物生物量碳、氮、磷状况及其对施肥的反应特点[J]. 农业现代化研究,2003,24(4):278-284.

[5]郭 振,王小利,徐 虎,等. 长期施用有机肥增加黄壤稻田土壤微生物量碳氮[J]. 植物营养与肥科学报,2017,23(5):1168-1174.

[6]贾 伟,周怀平,解文艳,等. 长期有机无机肥配施对褐土微生物生物量碳、氮及酶活性的影响[J]. 植物营养与肥科学报,2008,14(4):700-705.

[7]葛高飞,梁永超. 玉米生长过程中施肥对土壤呼吸和微生物量碳的影响[J]. 中国农学通报,2011,27(18):73-78.

[8]李 娟,赵秉强,李秀英,等. 长期有机无机肥料配施对土壤微生物学特性及土壤肥力的影响[J]. 中国农业科学,2008,41(1):144-152.

[9]鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3 版. 北京:中国农业出版社,2000:25-108.

[10]吴金水,林启美,黄巧云,等. 土壤微生物生物量测定方法及其应用[M]. 北京:气象出版社,2006:54-68.

[11]程丽娟,薛泉宏. 微生物学实验技术[M]. 西安:世界图书出版公司,2000:181-182.

[12]臧逸飞,郝明德,张丽琼,等. 26 年长期施肥对土壤微生物量碳、氮及土壤呼吸的影响[J]. 生态学报,2015,35(5):1445-1451.

[13]胡 诚,曹志平,胡婵娟,等. 不同施肥管理措施对土壤碳含量及基础呼吸的影响[J]. 中国生态农业学报,2007,15(5):63-66.

[14]李 渝,刘彦伶,白怡婧,等. 黄壤稻田土壤微生物生物量碳磷对长期不同施肥的响应[J]. 应用生态学报,2019,30(4):1327-1334.

[15]吴海燕,范作伟,孙甜田,等. 长期定位施肥玉米生育期内微生物量碳、氮和微生物数量的动态变化[J]. 玉米科学,2016,24(2):147-154.

[16]胡 诚,曹志平,罗艳蕊,等. 长期施用生物有机肥对土壤肥力及微生物生物量碳的影响[J]. 中国生态农业学报,2007,15(3):48-51.