

张德喜, 吴卿. 不同耕作方式对农田土壤养分含量及土壤酶活性的影响[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(11): 234-237.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.11.058

不同耕作方式对农田土壤养分含量及土壤酶活性的影响

张德喜¹, 吴卿²

(1. 河南水利与环境职业学院环境工程系, 河南郑州 450008; 2. 华北水利水电大学, 河南郑州 450036)

摘要: 研究不同耕作方式对农田土壤养分含量及土壤酶活性的影响。结果表明, 不同耕作方式下土壤 pH 值表现为免耕 > 旋耕 > 翻耕, 土壤容重表现为免耕 > 翻耕 > 旋耕; 不同耕作方式下土壤养分(有机碳、全氮)含量和有效养分(有效磷、铵态氮和硝态氮)含量变化均呈现出一致性规律, 具体表现为翻耕 > 旋耕 > 免耕, 不同耕作方式下土壤全磷含量差异不显著; 与免耕相比, 翻耕和旋耕条件下, 土壤微生物量碳和氮、土壤微生物(细菌、真菌、放线菌、固氮菌和纤维素菌)数量、土壤酶(蔗糖酶、脱氢酶、脲酶、酸性磷酸酶)活性均有明显的增加, 具体表现为翻耕 > 旋耕 > 免耕; 相关性分析表明, 土壤有机碳、全氮含量与蔗糖酶、脱氢酶、酸性磷酸酶活性和细菌数量呈显著或极显著正相关关系, 土壤有效养分含量与土壤微生物量碳和氮含量、蔗糖酶活性、脱氢酶活性、脲酶活性呈正相关关系, 说明土壤微生物量碳仍是有效养分的主要来源, 其中土壤 pH 值对土壤微生物量、微生物数量和酶活性贡献为负, 这是造成不同耕作方式下土壤养分含量和酶活性差异的重要原因。土壤硝态氮、铵态氮含量与微生物量氮含量、固氮菌数量呈显著或极显著正相关关系, 说明固氮菌数量主要依赖于土壤硝态氮和铵态氮含量。

关键词: 耕作方式; 农田; 土壤养分; 有效养分; 土壤酶活性

中图分类号: S344 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)11-0234-04

农民为了基本的生活必然要进行耕种、施肥、犁地甚至喷洒农药等一系列耕作, 这些耕作直接对土壤结构及养分等产生重要影响, 适度的耕作方式能够保持土壤的活性, 不同的土壤耕作利用途径能够带来差异显著的土壤结构, 同时对微生物活动及其分布产生不容忽视的影响^[1-2]。不同地区的土壤结构、养分含量等特性不同, 但都必然受到耕作方式的直接制约, 最主要的影响表现在土壤养分含量及活性方面, 且呈现出明显的区域差异性^[3]。土壤作为土生作物生长的必备条件, 为作物生长提供必需的养分, 其肥力及结构变化直接影响作物的生长, 因此在生态循环过程中处于核心传递区域, 植物及土壤在水、气的共同影响下对环境产生多变性的影响, 这也是生态环境的重要组成部分之一。土生植物依赖于土壤养分才能生存, 否则就成为了无本之木, 而养分是气候、土质构造作用下的直接产物, 同时受人因因素的深入影响, 进而对土壤质量形成制约^[4]。土壤酶在微生物及腐殖质等共同作用下形成, 是土壤重要的活性成分, 直接影响土壤质量, 它参与有机质分解及能量转移, 间接对作物生长产生影响^[5], 可反映土壤中各种生物化学反应的强度等, 能够作为较准确的土壤活性及质量指标之一。随着土壤污染的日益严重, 土壤质量备受关注, 关于这方面的研究也越来越多, 通过研究发现, 不同的耕作条件可对土壤酶产生显著影响, 且呈现明显的区域差异性, 因此土壤酶在土壤研究中成为重要主题, 也是评价土

壤污染的指标之一^[6]。不同耕作方式对土壤酶活性及养分含量具有重要影响^[7], 因此研究土壤酶活性及养分含量对耕作方式的响应具有重要的现实意义。

江汉平原凭借大面积的平原耕作成为湖北省小麦主产区之一, 拥有多达 25 万 hm² 的耕种面积, 全省 1/3 的小麦播种集中在该平原, 但该平原面临着单产低的问题, 且该问题已成为该区域农业发展的一大制约因素^[8]。长期以来, 该区域以传统垄耕为主, 加之不合理的施肥撒药等问题, 最终导致土壤的可耕层大大变浅, 土壤养分含量降低, 而犁底层变得更厚更硬, 这样极易导致作物产量下降, 因此研究江汉平原耕作方式对土壤的影响成为现实问题, 只有通过改良耕作方式提升土壤酶活性及质量来提升作物单产^[4,9]。有研究表明, 农田的免耕及少耕等处理方式能够较好地恢复土壤酶活性及养分含量, 在很大程度上降低风蚀和水蚀问题, 对于改良土壤结构、提升单产起到明显的作用^[10]。有学者认为, 免耕有利于土壤碱解氮含量的提升, 进而增强土壤质量, 对土壤进行深松处理能够进一步拓深犁底层, 为根系生长提供更疏松的环境, 从而利于根系生长发育^[11]。总之, 不同的耕作方式对土壤结构及养分含量的影响也不尽相同, 必须以合理的耕作方式来开发利用土壤, 因此研究江汉平原耕作方式对土壤酶活性及养分含量的影响具有现实意义和紧迫性, 以期合理开发土壤提供有益参考。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

于 2016 年 5—10 月在湖北省华中农业大学试验基地设置试验, 该地区年平均气温 19.8 ℃, 年平均降水量

收稿日期: 2017-09-28

基金项目: 河南省社科联项目(编号: SKL-2016-475)。

作者简介: 张德喜(1966—), 男, 河南辉县人, 副教授, 研究方向为水土保持生态修复。E-mail: Zhangxiaoxii@163.com。

1 320 mm,全年无霜期 236~257 d,降水主要集中在夏季,温差较大,四季分明。气候类型属于温带半湿润大陆性气候,土壤类型是棕壤,供试农田小麦品种为郑麦 9203,试验采用随机区组设计,设置 3 种耕作方式处理,分别为旋耕、翻耕、免耕。每个处理 3 次重复,每小区 8 行,行长 50 m,行距 0.65 m,小区面积为 260 m²。氮(纯 N)、磷(P₂O₅)、钾肥(K₂O)施用量分别为 240、120、90 kg/hm²,所用肥料分别为尿素(46% N)、磷酸二铵(46% P₂O₅、18% N)和硫酸钾(50% K₂O),其中 70% 氮肥和全部磷肥、钾肥作为基肥随播种一次性施入,剩余 30% 氮肥于拔节期施入。5 月 10 日播种,种植密度 7.5 万株/hm²,其他田间管理措施均同大田常规栽培。

1.2 土壤养分含量和酶活性测定

于玉米成熟期,在各试验小区采用“S”形随机取点法用土钻分别在行间取 0~10 cm 土样用于土壤养分含量的测定。

土壤样品经自然风干后,去除植物根系等杂物过 2 mm 筛,土壤 pH 值的测定采用电极电位法(2.5:1.0 水土比浸提液);土壤电导率的测定采用电导法;采用元素分析仪(Element,意大利)测定有机碳含量和全氮含量;全磷含量的测定采用 NaOH 碱溶-钼锑抗比色法;有效磷含量的测定采用 NaHCO₃ 浸提-钼锑抗比色法;铵态氮、硝态氮含量的测定采用靛酚蓝比色法^[10-11]。

采用三氯甲烷熏蒸-K₂SO₄ 浸提法测定 4℃ 保存的新鲜土样的土壤微生物量碳、氮含量。

土壤蔗糖酶活性的测定采用 3,5-二硝基水杨酸比色法;土壤脲酶活性的测定采用苯酚钠比色法;土壤酸性磷酸酶活性的测定采用磷酸苯二钠法;土壤脱氢酶活性的测定采用

分光光度法。

土壤微生物数量的测定采用平板梯度稀释法,其中细菌培养基为牛肉膏蛋白胨琼脂培养基,真菌培养基为马丁氏培养基,放线菌培养基为高氏一号琼脂培养基;固氮菌培养基为棕色固氮菌 M-15 培养基;纤维素菌培养基为木霉培养基。

1.3 数据分析

利用 Excel 2003 和 SPSS 13.0 软件对数据进行分析,采用 Origin 9.2 作图,单因素方差(One-way ANOVA)进行分析,显著性分析采用 LSD 法。

2 结果与分析

2.1 不同耕作方式对土壤粒径组成及理化性质的影响

由表 1 可知,0.05(含)~1.00 mm 土壤所占比例为 15.12%~19.25%,具体表现为翻耕>免耕>旋耕,其中翻耕和免耕差异不显著($P>0.05$),但均显著高于旋耕($P<0.05$);0.002(含)~0.050 mm 土壤所占比例为 51.75%~63.21%,具体表现为旋耕>翻耕>免耕,不同耕作方式差异显著($P<0.05$);<0.002 mm 土壤所占比例为 21.67%~29.95%,具体表现为免耕>翻耕>旋耕,其中免耕显著大于翻耕和旋耕($P<0.05$),翻耕和旋耕差异不显著($P>0.05$);土壤容重的变化范围为 0.76~1.03 g/cm³,具体表现为免耕>翻耕>旋耕,其中免耕显著高于翻耕和旋耕($P<0.05$);不同耕作方式土壤 pH 值变化范围为 6.05~7.02,具体表现为免耕>旋耕>翻耕,其中免耕显著高于翻耕和旋耕($P<0.05$);土壤电导率的变化范围为 65.23~85.62 μS/cm²,具体表现为翻耕>旋耕>免耕,且不同耕作方式间差异显著($P<0.05$)。

表 1 不同耕作方式对土壤粒径组成及理化性质的影响

项目	机械组成(%)			容重 (g/cm ³)	pH 值	电导率 (μS/cm ²)
	<0.002 mm	0.002(含)~0.050 mm	0.05(含)~1.00 mm			
翻耕	24.73 ± 1.03b	56.02 ± 5.16b	19.25 ± 2.03a	0.83 ± 0.08b	6.05 ± 0.13b	85.62 ± 3.02a
旋耕	21.67 ± 1.56b	63.21 ± 4.21a	15.12 ± 3.21b	0.76 ± 0.03b	6.18 ± 0.15b	73.24 ± 2.54b
免耕	29.95 ± 1.47a	51.75 ± 4.82c	18.30 ± 2.75a	1.03 ± 0.07a	7.02 ± 0.16a	65.23 ± 3.89c
平均值	25.45	56.99	17.56	0.87	6.42	74.70
F 值	234.14	197.52	269.35	258.71	241.03	205.76
P 值	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

注:不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。表 3 至表 5 同。

2.2 不同耕作方式对土壤养分含量的影响

由表 2 可知,在不同耕作方式下,土壤养分(有机碳、全氮、全磷)含量和有效养分(有效磷、硝态氮和铵态氮)含量变化均呈现出一致性规律,具体表现为翻耕>旋耕>免耕,其中翻耕的土壤有机碳、全氮含量与旋耕差异不显著($P>0.05$),但均显著高于免耕($P<0.05$);不同耕作方式土壤全磷含量变化范围为 0.84~0.85 g/kg,具体表现为翻耕>旋耕=免耕,不同耕作方式土壤全磷含量差异不显著($P>0.05$);不同耕作方式土壤有效磷含量变化范围为 10.78~15.32 mg/kg,具体表现为翻耕>旋耕>免耕,不同耕作方式土壤有效磷含量差异显著($P<0.05$);不同耕作方式土壤硝态氮含量变化范围为 5.12~8.23 mg/kg,具体表现为翻耕>旋耕>免耕,其中翻耕和旋耕差异不显著($P>0.05$),但二者显著高于免耕($P<0.05$);不同耕作方式土壤铵态氮含量变化范围为 2.13~3.02 mg/kg,具体表现为翻耕>旋耕>免耕,其中旋耕和免耕差异不显著($P>0.05$),但二者显著低于翻耕($P<0.05$)。

2.3 不同耕作方式对土壤微生物量的影响

从表 3 可以看出,不同耕作方式土壤微生物量碳(MBC)含量和微生物量氮(MBN)含量变化均呈现出一致性规律,具体表现为翻耕>旋耕>免耕;不同耕作方式土壤微生物量碳含量变化范围为 278.03~562.31 mg/kg,不同耕作方式土壤微生物量碳含量差异显著($P<0.05$);不同耕作方式土壤微生物量氮含量变化范围为 25.78~58.94 mg/kg,不同耕作方式土壤微生物量氮含量差异显著($P<0.05$);不同耕作方式土壤微生物量碳含量/微生物量氮含量则呈现出相反的变化趋势,具体表现为翻耕<旋耕<免耕,变化范围为 9.54~10.78,不同耕作方式土壤微生物量碳含量/微生物量氮含量差异不显著($P>0.05$)。

2.4 不同耕作方式对土壤微生物数量的影响

土壤微生物的数量分布不仅可以敏感地反映土壤质量的变化,而且是土壤中生物活性的具体体现。由表 4 可知,不同耕作方式下土壤各类群微生物数量与总微生物数量均存在较

表2 不同耕作方式对土壤养分含量的影响

项目	有机碳含量 (g/kg)	全氮含量 (g/kg)	全磷含量 (g/kg)	有效磷含量 (mg/kg)	硝态氮含量 (mg/kg)	铵态氮含量 (mg/kg)
翻耕	13.26 ± 1.56a	1.23 ± 0.16a	0.85 ± 0.09a	15.32 ± 2.03a	8.23 ± 1.02a	3.02 ± 0.45a
旋耕	13.12 ± 1.03a	1.16 ± 0.27a	0.84 ± 0.06a	13.02 ± 1.56b	7.15 ± 2.41a	2.14 ± 0.36b
免耕	10.74 ± 1.87b	0.97 ± 0.25b	0.84 ± 0.04a	10.78 ± 2.68c	5.12 ± 1.12b	2.13 ± 0.51b
平均值	12.37	1.12	0.84	13.04	6.83	2.43
F 值	201.45	198.26	156.47	187.02	203.47	199.56
P 值	<0.05	<0.05	>0.05	<0.05	<0.05	<0.05

表3 不同耕作方式对土壤微生物量的影响

项目	土壤微生物量碳 含量(mg/kg)	土壤微生物量氮 含量(mg/kg)	土壤微生物量碳含量/ 土壤微生物量氮含量
翻耕	562.31 ± 32.06a	58.94 ± 8.23a	9.54 ± 1.56a
旋耕	421.78 ± 25.78b	42.01 ± 7.01b	10.04 ± 2.10a
免耕	278.03 ± 32.17c	25.78 ± 3.78c	10.78 ± 1.47a
平均值	420.71	42.24	10.12
F 值	156.89	231.04	189.77
P 值	<0.05	<0.05	<0.05

大差异,其中细菌、真菌、放线菌数量与微生物总数量的变化趋势相一致,细菌、放线菌、真菌为组成微生物种群的三大类,其中细菌数量处于绝对优势地位。不同耕作方式土壤细菌数量的变化范围为 $1.09 \times 10^5 \sim 1.53 \times 10^5$ CFU/g,具体表现为翻耕 > 旋耕 > 免耕,其中翻耕和旋耕差异不显著 ($P > 0.05$),

但均显著高于免耕 ($P < 0.05$);土壤放线菌数量的变化范围为 $0.76 \times 10^5 \sim 1.13 \times 10^5$ CFU/g,具体表现为翻耕 > 旋耕 > 免耕,其中旋耕和免耕差异不显著 ($P > 0.05$),但二者显著低于翻耕 ($P < 0.05$);土壤真菌数量变化范围为 $0.35 \times 10^3 \sim 0.86 \times 10^3$ CFU/g,具体表现为翻耕 > 旋耕 > 免耕,其中翻耕和旋耕差异不显著 ($P > 0.05$),但均显著高于免耕 ($P < 0.05$);土壤固氮菌数量的变化范围为 $6.25 \times 10^3 \sim 9.32 \times 10^3$ CFU/g,具体表现为翻耕 > 旋耕 > 免耕,不同耕作方式下土壤固氮菌数量差异显著 ($P < 0.05$);土壤纤维素菌数量的变化范围为 $1.85 \times 10^3 \sim 3.02 \times 10^3$ CFU/g,具体表现为翻耕 > 旋耕 > 免耕,其中旋耕和免耕差异不显著 ($P > 0.05$),但二者显著低于翻耕 ($P < 0.05$);微生物总数量与细菌、放线菌、真菌数量变化趋势相一致。

表4 不同耕作方式对土壤微生物数量的影响

项目	细菌数量 ($\times 10^5$ CFU/g)	放线菌数量 ($\times 10^5$ CFU/g)	真菌数量 ($\times 10^3$ CFU/g)	固氮菌数量 ($\times 10^3$ CFU/g)	纤维素菌数量 ($\times 10^3$ CFU/g)	微生物总数量 ($\times 10^7$ CFU/g)
翻耕	1.53 ± 0.36a	1.13 ± 0.16a	0.86 ± 0.05a	9.32 ± 1.35a	3.02 ± 0.87a	5.62 ± 0.34a
旋耕	1.42 ± 0.24a	0.85 ± 0.09b	0.72 ± 0.06a	8.13 ± 1.23b	1.98 ± 0.65b	4.98 ± 0.26b
免耕	1.09 ± 0.27b	0.76 ± 0.07b	0.35 ± 0.05b	6.25 ± 0.87c	1.85 ± 0.59b	3.75 ± 0.31c
平均值	1.35	0.91	0.64	7.90	2.28	4.78
F 值	136.98	156.14	178.02	142.35	185.69	142.27
P 值	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

2.5 不同耕作方式对土壤酶活性的影响

土壤酶活性能够灵敏地反映土壤管理措施的变化,可用于表征土壤养分循环速率。由表5可知,不同耕作方式下土壤酶活性存在较大差异,其中土壤蔗糖酶活性的变化范围为 $98.74 \sim 135.62$ mg/(g·d),具体表现为翻耕 > 旋耕 > 免耕,不同耕作方式土壤蔗糖酶活性差异显著 ($P < 0.05$);脱氢酶活性的变化范围为 $0.53 \sim 0.85$ mg/(g·d),具体表现为翻耕 > 旋耕 > 免耕,其中翻耕和旋耕差异不显著 ($P > 0.05$),但二者显著高于免耕 ($P < 0.05$);脲酶活性的变化范围为 $0.51 \sim 0.72$ mg/(g·d),具体表现为翻耕 > 旋耕 > 免耕,其中翻耕和旋耕差异不显著 ($P > 0.05$),但二者显著高于免耕 ($P < 0.05$);酸性磷酸酶活性的变化范围为 $187.04 \sim 243.21$ mg/(g·d),具体表现为翻耕 > 旋耕 > 免耕,不同耕作方式下酸性磷酸酶活性差异显著 ($P < 0.05$)。

2.6 土壤养分含量与酶活性之间的相关性

由表6可知,土壤有机碳、全氮含量与蔗糖酶、脱氢酶、酸性磷酸酶活性和细菌数量呈显著或极显著正相关关系,土壤养分为土壤微生物提供了重要碳源和氮源。土壤有效养分与土壤微生物量碳含量、蔗糖酶活性和纤维素菌数量呈显著正相关,说明土壤微生物量碳仍是有效养分的主要来源,其中土壤 pH 值对土壤微生物量、微生物数量和酶活性贡献为负,土壤养分对土壤微生物量、微生物数量和酶活性贡献为正,这是

表5 不同耕作方式对土壤酶活性的影响

项目	土壤酶活性[mg/(g·d)]			
	蔗糖酶	脱氢酶	脲酶	酸性磷酸酶
翻耕	135.62 ± 23.02a	0.85 ± 0.12a	0.72 ± 0.05a	243.21 ± 35.16a
旋耕	115.98 ± 16.89b	0.84 ± 0.08a	0.71 ± 0.06a	213.56 ± 24.05b
免耕	98.74 ± 15.78c	0.53 ± 0.09b	0.51 ± 0.07b	187.04 ± 32.47c
平均值	116.78	0.74	0.65	214.60
F 值	269.87	298.34	187.05	203.45
P 值	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

造成不同耕作方式土壤微生物量、微生物数量和酶活性差异的重要原因,其中有机碳和全氮是土壤微生物量、微生物数量和酶活性的主要养分来源。土壤硝态氮、铵态氮含量与微生物量氮含量和固氮菌数量呈显著或极显著正相关关系,说明固氮菌数量主要依赖于土壤硝态氮、铵态氮含量。

3 讨论与结论

通过研究发现,耕作方式的不同会给土壤带来明显的影响,主要体现在土壤结构、酶活性及养分含量方面^[12]。本研究发现,不同耕作方式造成不同的土壤结构、土壤养分含量,其中土壤容重表现为免耕 > 翻耕 > 旋耕,土壤养分(有机碳、全氮)含量和有效养分(有效磷、铵态氮和硝态氮)含量变化均呈现出一致性规律,具体表现为翻耕 > 旋耕 > 免耕,由此可

表6 土壤养分与酶活性之间的相关性

指标	相关系数							
	电导率	pH值	有机碳含量	全氮含量	全磷含量	有效磷含量	硝态氮含量	铵态氮含量
微生物量碳含量	0.568*	-0.775**	0.908**	0.553*	0.308	0.578*	0.621*	0.769**
微生物量氮含量	0.302	-0.423	0.877**	0.935**	0.556*	0.353	0.952**	0.523*
细菌数量	0.145	-0.789*	0.523*	0.578*	0.589*	0.785**	0.684*	0.302
放线菌数量	0.207	-0.735**	0.147	0.236	0.103	0.569*	0.236	0.289
真菌数量	0.541*	-0.513*	0.556*	0.278	0.057	0.045	0.256	0.411
固氮菌数量	0.589*	-0.699**	0.856**	0.952**	0.089	0.456	0.952**	0.912**
纤维素菌数量	0.320	-0.235	0.752**	0.821**	0.158	0.589*	0.512*	0.845**
蔗糖酶活性	0.025	-0.878**	0.642*	0.513*	0.236	0.547*	0.589*	0.563*
脱氢酶活性	0.214	-0.723**	0.785**	0.627*	0.254	0.223	0.623*	0.699**
脲酶活性	0.412	-0.675*	0.536*	0.236	0.028	0.274	0.789**	0.578*
酸性磷酸酶活性	0.398	-0.783**	0.875**	0.675*	0.174	0.189	0.514*	0.475

注：*、**分别表示在0.05、0.01水平上差异显著（双尾）。

知,土壤的利用方式对其理化结构产生了重大影响,进而影响土壤肥力。

土壤pH值与土壤养分含量之间具有明显相反的变化趋势,土壤pH值不仅对土壤全量养分含量产生直接影响,同时影响有效养分含量,根系通过分泌有机酸来增强其对土壤养分的吸收,有机酸具有一定的溶解性,pH值降低的情况下能够加速养分的溶解,从而为土壤养分含量的增加创造条件。不同的耕作方式会对土壤水溶性养分含量产生直接影响,翻耕和深耕能够增加土壤孔隙度,直接进行土质疏松,有利于微生物富集,在综合作用下使水溶性较高的养分不断增加,在这种情况下,微生物作用能够促进养分快速矿化而被作物高效吸收,因此与免耕相比,这2种耕作方式下的土壤具有更高的养分含量^[13]。但土壤全磷含量受耕作方式的影响并不明显,这主要是由于磷具有很强的沉积性^[13],其分解速度相对较慢,因此差异并不明显;与免耕相比,翻耕和旋耕作用下硝态氮含量显著增加,主要是由于这2种耕作方式能够促进铵态氮的分解,并加速硝态氮的淋溶,在作物生长和微生物活动的共同作用下硝态氮和铵态氮能够被有效吸收利用。

土壤酶活性代表土壤微生物的新陈代谢能力,同时代表碳素循环效率,是土壤质量的重要指标之一;不同的土壤耕作利用途径能够带来具有显著差异的土壤结构,同时对微生物活动及其分布产生不容忽视的影响。高明等认为,免耕方式下的真菌数量低于翻耕处理条件下,但细菌等分解菌数量却明显较高^[14]。张磊等认为,翻耕与免耕条件下土壤微生物在不同的季节具有不同的数量,但免耕方式下的数量相对来说更为稳定^[15]。另外,翻耕和旋耕能够促进腐殖质分解,在很大程度上增加土壤肥力,主要是由于翻耕能够疏松下层土壤,在氧气和秸秆作用下微生物分泌与氮循环相关的土壤酶效果增强。与免耕相比,翻耕和旋耕能够促进土壤微生物量氮、微生物量碳的增加。通过相关分析发现,土壤养分不仅与土壤酶活性息息相关,还与微生物数量密不可分,土壤有机碳能够促进微生物活动并提高酶活性;土壤微生物量碳能够促进土壤有效养分的积累,而土壤pH值较高则不利于土壤微生物数量和酶活性的提升。综合来看,翻耕和旋耕能够显著提升表层土壤有机碳、全氮含量,对有效养分含量的增加以及水解酶活性的增强起着不可忽视的影响。

参考文献:

- [1] 刘战东,刘祖贵,宁东峰,等. 深松耕作对玉米水分利用和产量的影响[J]. 灌溉排水学报,2015,34(5):6-12.
- [2] 孔晓民,韩成卫,曾苏明,等. 不同耕作方式对土壤物理性状及玉米产量的影响[J]. 玉米科学,2014,22(1):108-113.
- [3] 王碧胜,蔡典雄,武雪萍,等. 长期保护性耕作对土壤有机碳和玉米产量及水分利用的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2015,21(6):1455-1464.
- [4] 杨永辉,武继承,张洁梅,等. 耕作方式对土壤水分入渗、有机碳含量及土壤结构的影响[J]. 中国生态农业学报,2017,25(2):258-266.
- [5] 赵亚丽,郭海斌,薛志伟,等. 耕作方式与秸秆还田对土壤微生物数量、酶活性及作物产量的影响[J]. 应用生态学报,2015,26(6):1785-1792.
- [6] 潘莹,胡正华,吴杨周,等. 保护性耕作对后茬冬小麦土壤CO₂和N₂O排放的影响[J]. 环境科学,2014,35(7):2771-2776.
- [7] 李景,吴会军,武雪萍,等. 长期不同耕作措施对土壤团聚体特征及微生物多样性的影响[J]. 应用生态学报,2014,25(8):2341-2348.
- [8] 王玉竹,肖和艾,周萍,等. 江汉平原农田土壤有机碳分布与变化特点:以潜江市为例[J]. 环境科学,2015,36(9):3422-3428.
- [9] 崔雯雯,宋全昊,高小丽,等. 糜子不同种植方式对土壤酶活性及养分的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2015,21(1):234-240.
- [10] 陈娟,马忠明,刘莉莉,等. 不同耕作方式对土壤有机碳、微生物量及酶活性的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2016,22(3):667-675.
- [11] 邵云,王小洁,张紫紫,等. 小麦—玉米轮作区耕作及培肥方式对麦田土壤养分和小麦产量的影响[J]. 华北农学报,2013,28(3):152-158.
- [12] 杨滨娟,黄国勤,徐宁,等. 秸秆还田配施不同比例化肥对晚稻产量及土壤养分的影响[J]. 生态学报,2014,34(13):3779-3787.
- [13] 丁世杰,熊淑萍,马新明,等. 耕作方式与施氮量对小麦—玉米复种系统玉米季土壤氮素转化及产量的影响[J]. 应用生态学报,2017,28(1):142-150.
- [14] 高明,周保同,魏朝富,等. 不同耕作方式对稻田土壤动物、微生物及酶活性的影响研究[J]. 应用生态学报,2004,15(7):1177-1181.
- [15] 张磊,肖剑英,谢德体,等. 长期免耕水稻田土壤的生物特征研究[J]. 水土保持学报,2002,16(2):111-114.